ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 MAI 1909.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Examen critique des images monochromatiques du Soleil avec les raies de l'hydrogène.* Note de MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja**.

La Note actuelle complète une Note précédente consacrée aux couches supérieures du calcium et de l'hydrogène dans l'atmosphère solaire (même Tome, p. 1011). Ces couches sont photographiées journellement avec le grand spectrohéliographe de Meudon qui comprend en réalité quatre spectrohéliographes distincts, réunis autour d'un même objectif astronomique et d'un même collimateur, et susceptibles de se substituer rapidement l'un à l'autre (même Tome, p. 968). Avec le calcium, on emploie la disposition à trois prismes et à deux fentes; et, en isolant successivement les trois composantes K_1, K_2, K_3 de la raie K, on a les couches basse, moyenne et supérieure de la vapeur de calcium; la dernière couche en particulier est nouvelle, ayant été obtenue pour la première fois à Meudon l'année dernière.

Avec l'hydrogène et la raie rouge H_α, seule utilisée, le spectrohéliographe à réseau convient mieux, au moins avec le spectre de premier ordre, qui assure une dispersion déjà grande. Nous avons isolé non pas seulement la raie H_α entière, comme tous nos devanciers, mais séparément le centre de la raie noire et ses bords, qui nous ont donné des images différentes.

Les images de K_3 et du centre de H_α révèlent les couches supérieures des deux gaz; or elles montrent les mêmes lignes noires, souvent très longues, que nous avons appelées *filaments*. Ces lignes constituent le caractère principal de l'atmosphère supérieure; et ce résultat est le plus saillant de la Note présentée le 19 avril dernier (même Tome, p. 1011).

Dans la Note actuelle, nous examinerons principalement d'autres parties de l'atmosphère, les parties au-dessus des facules, appelées par nous *plages faculaires,* et aussi fort intéressantes.

Les facules brillantes sont, avec les taches noires, comme on sait, les particularités les plus saillantes de la surface solaire. Or, dans la couche K_1, que Deslandres a reconnue en 1894, les plages faculaires sont aussi brillantes, et même également brillantes sur le disque entier, alors que les facules ne sont bien visibles qu'au bord; elles sont aussi légèrement plus larges que les facules elles-mêmes.

D'autre part la couche K_2 et ses plages faculaires, qui sont brillantes, ont été reconnues simultanément par Hale et Deslandres en 1892 avec des appareils différents; et, en 1894, Deslandres a annoncé que les plages brillantes de K_2 étaient notablement plus larges que celles de K_1 et de la surface. Enfin, en 1908, Deslandres a reconnu que les plages faculaires étaient, dans K_3, brillantes et plus larges que celles de K_2 [1]. En résumé, sur la surface et dans les trois couches du calcium, les plages faculaires sont brillantes et de largeur croissante avec l'altitude.

Avec l'hydrogène, les premiers résultats sont différents pour les plages faculaires. Hale, qui a isolé le premier les raies de l'hydrogène avec le spectrohéliographe en 1903, obtient, dans la majorité des cas, des plages faculaires qui ne sont plus brillantes, mais noires par rapport au fond; l'ordre des intensités est renversé. Ce fait curieux, observé avec les raies H_β, H_γ, H_δ, a été confirmé avec la raie H_α que Hale a isolée le premier l'année dernière; il se présente non seulement sur les larges plages faculaires, mais sur les plages plus petites appelées ordinairement *flocculi*. Tout se passe comme si l'hydrogène est plus brillant là où le calcium est au contraire affaibli, et inversement. Des théories diverses ont été proposées par Hale et Newall pour expliquer le phénomène (*Publications of the Yerkes Observatory*, t. III, 1re Partie, 1903, p. 19; *Transactions of the International Union for solar research*, t. II, 1908, p. 61, et *Astrophysical Journal*, t. XXVIII, p. 100).

Cette particularité de l'hydrogène nous a toujours paru étrange; car, au bord solaire extérieur, la chromosphère et les protubérances ont en général des éclats qui semblent proportionnels; aussi nous sommes-nous proposé

---

[1] Voir *Comptes rendus*, 1892, t. CXIV, p. 276 et 578, t. CXV, p. 222; 1893, t. CXVI, p. 238, t. CXVII, p. 716 et 1053; 1894, t. CXVIII, p. 842 et 1312, t. CXIX, p. 148 et 457; 1908, t. CXLVII, p. 334, 467 et 1016.

de rechercher les causes précises de cette anomalie. Avec notre spectrohéliographe, au lieu d'avoir, comme au mont Wilson, une seconde fente aussi large ou même plus large que la raie de l'hydrogène, nous avons adopté une fente plus étroite de manière à isoler des parties différentes de la raie rouge H_α. Nous avons reconnu ainsi que les images du centre et des bords étaient différentes. L'image du centre, qui représente la couche supérieure de l'hydrogène, a été comparée à la couche correspondante K_3 du calcium; or elle présente les mêmes caractères, quelque peu atténués seulement. Elle offre, en effet, les mêmes filaments noirs, en général moins développés, et aussi des plages brillantes qui correspondent aux arêtes et points particulièrement brillants dans les plages faculaires brillantes de K_3 [1]. Quant aux plages faculaires noires, elles apparaissent avec les bords de la raie. Tels sont les premiers résultats déjà publiés (voir même Tome, p. 1011).

Le dernier fait constaté se rapporte à la question qui nous occupe aujourd'hui, et nous avons tenu à le vérifier avec des précautions encore plus grandes. Nous avons pris une seconde fente encore plus fine, tracée sur une lame de verre argentée et large seulement de $0^{mm},03$, alors que la raie noire H_α, avec une pose moyenne, a une largeur moyenne estimée environ à $0^{mm},16$ ou à $1^{A},05$. Ces fentes sur argent ont une épaisseur très faible et assurent un isolement plus parfait que les fentes ordinaires; la pose nécessaire pour l'image du Soleil est seulement plus longue. Nous avons juxtaposé sur la même plaque des images successives de l'astre ou d'une portion de l'astre, en isolant d'abord le centre, puis en déplaçant à chaque fois la seconde fente par rapport à la raie de $0^{mm},025$ vers l'un des bords. Or, les plages faculaires noires apparaissent lorsque la lumière du bord commence à pénétrer dans la fente, et atteignent leur maximum lorsque le bord est au milieu.

L'examen détaillé de ce bord était nécessaire; nous avons alors abandonné le spectrohéliographe devenu insuffisant; cet appareil, évidemment très précieux, intègre avec son mouvement continu une petite portion du spectre, mais aveuglément et sans donner les détails de la portion isolée et des parties voisines. Nous avons eu recours au spectrographe ordinaire ou, mieux,

---

(1) Les points communs et les différences seront précisés plus nettement dans une Note ultérieure. D'ailleurs, la comparaison des deux images n'est pas faite dans les conditions les meilleures avec les deux spectrohéliographes employés. Car la raie K_3 est notablement moins large que la raie H_α et plus difficile à bien isoler; les images K_3 de cette série doivent contenir un peu de la raie K_2, au moins avec les fentes en nickel,

au spectro-enregistreur des vitesses, qui enregistre non seulement les vitesses radiales, mais la raie tout entière et ses alentours.

Ces nouvelles épreuves révèlent une augmentation de largeur de la raie rouge H_α au bord solaire, augmentation déjà signalée par Hale, et, en plus, une variation de largeur pour des points voisins et sur le disque entier. En fait, le bord brillant de la raie H_α est constamment sinueux; et cette sinuosité entraîne évidemment des variations spéciales dans l'image du spectrohéliographe, lorsque le bord brillant de la raie, qui a l'éclat du spectre continu, est contenu plus ou moins dans la seconde fente. Or, et c'est là un fait nouveau sur lequel nous voulons insister, les augmentations de largeur de la raie H_α se présentent en général aux points où la raie K_2 du calcium est plus intense, et l'on explique ainsi aisément que les mêmes plages faculaires apparaissent noires avec l'hydrogène et brillantes avec le calcium.

Cette correspondance entre les largeurs et les éclats des raies H_α et K_3 a été vérifiée avec soin. On a photographié presque simultanément les spectres d'une même section du Soleil autour de H_α et K_3, de manière à les comparer dans des conditions aussi identiques que possible.

On a transformé momentanément en spectro-enregistreurs des vitesses les spectrohéliographes à prismes et à réseau qui donnent en temps ordinaire les images de l'hydrogène et du calcium et qui ont le même collimateur. De plus, l'objectif astronomique de projection a été remplacé par une combinaison de miroirs, et l'image réelle du Soleil projetée sur la première fente commune est ainsi au point en même temps pour toutes les radiations. L'expérience est conduite de la façon suivante : la raie K et ses alentours sont photographiés avec le spectrographe à prismes, et immédiatement après, sur la même plaque, on ajoute la raie H_α fournie par le spectrographe à réseau; de manière que les images des deux raies pour la même section du Soleil sont juxtaposées. Il est alors facile de les comparer; or on constate que les élargissements de H_α, dans la grande majorité des cas, correspondent à des flocculi brillants de K_2; cela est vrai surtout pour les flocculi d'éclat moyen et de largeur moyenne. L'élargissement et l'éclat de la raie rouge paraissent aussi liés à la largeur et à l'éclat de la raie K_3. Enfin, les deux raies offrent les mêmes variations de vitesses radiales, et même, au moins sur ces premières épreuves, les variations ont paru plus fortes avec l'hydrogène (1). En résumé, si on laisse de côté ces points de détails, la rela-

(1) Parfois, près des taches, la raie noire H_α est déplacée fortement dans le spectre continu, où elle forme des sortes de pointes noires.

tion générale signalée plus haut est vérifiée nettement dans son ensemble; or elle explique simplement les plages faculaires noires signalées souvent dans les images précédentes de l'hydrogène (¹).

Cette cause n'est peut-être pas la seule, et les variations d'intensité du bord brillant lui-même peuvent aussi intervenir; mais l'étude de ce point spécial semble devoir exiger des appareils plus dispersifs.

Dès à présent, on peut poser les conclusions suivantes : l'apparition des plages faculaires noires, annoncée depuis 1903, est due, au moins pour une large part, non à des particularités dans le pouvoir émissif ou absorbant de l'hydrogène, mais à une simple cause instrumentale, à un défaut primordial du spectrohéliographe qui, ayant une fente de largeur constante, ne peut isoler complètement une raie de largeur variable. De plus, les images de l'hydrogène avec le centre de la raie noire sont les seules qui aient une signification précise. Elles représentent la couche supérieure de l'hydrogène; et, comme elles sont débarrassées des plages faculaires noires, elles sont beaucoup plus simples que les images antérieures. Elles offrent d'ailleurs aussi bien et même mieux les filaments fins noirs ou brillants qui, souvent, donnent aux alentours des taches l'aspect d'un liquide en mouvement.

Cette étude met aussi en relief l'utilité des spectro-enregistreurs des vitesses, préconisés depuis 1891; ces appareils fournissent une série de données importantes qui échappent au spectrohéliographe ordinaire et en sont le complément nécessaire. Ils doivent être appliqués aussi bien aux raies de l'hydrogène qu'aux raies du calcium.

M. Boudier fait hommage à l'Académie d'une nouvelle livraison de la série V des *Icones Mycologicæ*.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel présente, au nom de M. le Sénateur Vito Volterra, président de la Société italienne pour l'avancement des Sciences, les deux Volumes suivants :

Atti della Societa italiana per il progresso delle Scienze : Prima riunione, Parma, settembre 1907.

Seconda riunione, Firenze, ottobre 1908.

(¹) Ces plages noires doivent apparaître plus facilement, lorsque, par une cause accidentelle, le centre de la fente est un peu éloigné du centre de la raie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

La deuxième édition du *Précis de Médecine légale,* de M. A. Lacassagne, revue avec la collaboration de M. Étienne Martin. (Présenté par M. A. Laveran.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'élargissement dissymétrique des raies du spectre de l'arc et leur comparaison avec celles du spectre solaire.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson**, présentée par M. Deslandres.

Nous avons donné dans une Note antérieure [1] le résultat de la comparaison entre le spectre solaire et celui de l'arc au fer. Pour la plupart des raies, qu'on peut considérer comme *normales,* le déplacement, quand on passe de l'arc au Soleil, est de quelques millièmes d'angström vers le rouge ; cet accroissement de longueur d'onde, attribué à la pression de la couche renversante de l'atmosphère solaire, correspond à une valeur de cette pression, sensiblement la même pour toutes ces raies, et de 4^{atm} à 5^{atm} au-dessus de la pression atmosphérique.

Quelques raies donnent des déplacements anormaux : les unes se déplacent dans le même sens que les raies normales, mais de quantités beaucoup plus grandes; les autres se déplacent en sens inverse. Nous avons expliqué ces anomalies par l'élargissement dissymétrique de ces raies dans l'arc, élargissement qu'il est facile de constater quand on fait croître l'intensité du courant; à la pression atmosphérique, ces raies anormales sont notablement plus larges que les autres. D'après cette manière de voir, les anomalies par rapport au Soleil doivent disparaître si l'on peut supprimer cet élargissement dans l'arc, et ainsi rendre fines toutes les raies.

On y arrive en produisant l'arc dans le vide. Deux tiges de fer verticales, de 8^{mm} de diamètre, sont placées dans un ballon de verre; l'une est mastiquée à la partie inférieure, l'autre peut coulisser dans une tubulure pour l'allumage et le réglage de l'arc. Une troisième ouverture permet de faire le vide; un col horizontal fermé par une glace laisse passer la lumière. On évite l'échauffement de l'appareil par une circulation d'eau

---

(1) *Comptes rendus,* 15 mars 1909.

sur les parois du ballon. Le courant électrique, de 8 ampères, est fourni par une distribution de courant continu à 220 volts. A basse pression, l'arc est stable si les électrodes sont couvertes d'une goutte d'oxyde fondu. Nous avons opéré sous des pressions de quelques millimètres.

Dans ces conditions, l'arc est beaucoup moins lumineux qu'à la pression atmosphérique. Toutes les raies sont beaucoup plus fines : en particulier, les raies élargies dans le cas de l'arc dans l'air ne paraissent plus se distinguer des autres. Nous avons comparé, par la méthode interférentielle déjà décrite [1], les raies ainsi rendues fines avec celles de l'arc dans l'air. Pour les raies normales, on trouve seulement le très petit déplacement correspondant à la variation de pression de 1^{atm}, soit un accroissement de longueur d'onde d'environ 0,002 angström du vide à l'air. Pour les raies anormales, les unes donnent un déplacement voisin de 0,015 angström dans le même sens; ce sont justement celles dont l'élargissement a lieu vers le rouge par augmentation de courant, et qui ont dans le spectre solaire une longueur d'onde plus petite que celle de l'arc dans l'air. Les autres donnent, du vide à l'air, un déplacement en sens inverse, et ce sont celles qui s'élargissent vers le violet et donnent, en passant de l'arc dans l'air au Soleil, des déplacements exagérés vers le rouge. Cet ensemble d'observations confirme donc d'une façon complète l'explication que nous avons donnée des anomalies observées dans la comparaison du Soleil et de l'arc.

Enfin, nous avons comparé directement les raies solaires à celles de l'arc dans le vide. Tous les déplacements sont alors de même sens et de même valeur que pour les raies normales.

Les raies anormales qui s'élargissent vers le rouge sont parmi celles qui ont été étudiées par Humphreys et par Duffield au point de vue du déplacement par la pression. Ils ont trouvé l'un et l'autre que ces raies se déplacent plus que les raies normales. On aurait donc dû s'attendre à trouver pour elles une différence plus grande entre le Soleil et l'arc dans le vide, ce qui n'est pas. Mais leur déplacement par la pression peut comporter une erreur : aux pressions élevées, l'élargissement dissymétrique de ces raies devient très grand ; la mesure du déplacement doit être très incertaine, et le déplacement apparent est accru par l'élargissement vers le rouge. Quant aux raies qui s'élargissent vers le violet, elles n'ont pas été étudiées au point de vue de l'influence de la pression ; en passant du vide à la pression atmosphérique, elles subissent un déplacement *apparent* vers le violet, et il serait intéressant de savoir comment elles se comportent pour des pressions plus fortes.

---

(1) *Comptes rendus*, 29 mars 1909.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une Note récente de M. Stekloff.* Note de M. E. GOURSAT.

La démonstration du théorème d'existence des fonctions implicites, indiquée par M. Stekloff dans une Note récente (séance du 26 avril 1909) ne diffère pas de celle que j'avais développée il y a quelques années dans un article du *Bulletin de la Société mathématique* (t. XXXI, 1903, p. 184-192).

ÉLASTICITÉ. — *Sur les problèmes d'élasticité à deux dimensions.* Note (¹) de M. G. KOLOSSOFF, présentée par M. Paul Appell.

La théorie de notre Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLVI, nº 10) s'étend à tout système de coordonnées ξ, η orthogonal et isotherme. Soient

$$\zeta = \xi + i\eta = F(x + iy)$$

une fonction de la variable complexe $x + iy$ et

$$z = x + iy = f(\zeta). \tag{1}$$

Soient R et Φ les efforts normaux sur les éléments perpendiculaires aux axes des coordonnées curvilignes ξ, η, et T les efforts tangentiels.

Nous pouvons poser

$$\left\{\begin{aligned} \frac{2T}{h^2} &= \alpha \frac{\partial(R+\Phi)}{\partial\eta} - \beta \frac{\partial(R+\Phi)}{\partial\xi} + \varphi, \\ \frac{R-\Phi}{h^2} &= \beta \frac{\partial(R+\Phi)}{\partial\eta} + \alpha \frac{\partial(R+\Phi)}{\partial\xi} + \varphi, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

où α et β satisfont aux équations

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial\alpha}{\partial\xi} - \frac{\partial\beta}{\partial\eta} = -\frac{1}{h^2}, \qquad \frac{\partial\alpha}{\partial\eta} + \frac{\partial\beta}{\partial\xi} = 0, \\ &h = \sqrt{\left(\frac{\partial\xi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\xi}{\partial y}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\partial\eta}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\eta}{\partial y}\right)^2} \end{aligned}\right. \tag{3}$$

et

$$\varphi + i\psi = F(\zeta).$$

(¹) Présentée dans la séance du 26 avril 1909.

Pour avoir une solution des équations (3) posons

(4) $$\alpha + i\beta = -\frac{1}{2} f'(\zeta)\overline{f(\zeta)},$$

où $\overline{f(\zeta)}$ est l'expression conjuguée déduite de $f(\zeta)$ en changeant i en $-i$.

En introduisant la fonction de la variable complexe $\varphi(\zeta)$ dont la partie réelle est $R + \Phi$, nous déduirons des équations (2)

(5) $$\frac{1}{h^2}[2T + i(R - \Phi)] = i(\alpha + i\beta)\frac{d\varphi(\zeta)}{d\zeta} + F(\zeta).$$

Exemples :

1° Posons

$$z = c\cosh(\xi + i\eta) = f(\zeta), \qquad x = c\cosh\xi\cos\eta, \qquad y = c\sinh\xi\sin\eta,$$

$$\alpha + i\beta = -\frac{c^2}{4}(\sinh 2\xi + i\sin 2\eta).$$

2° Posons

$$\zeta = -i\log\frac{z^2 - c^2}{z^2}, \qquad z = f(\zeta) = c\sqrt{1 + e^{\zeta i}},$$

$$f'(\zeta) = \frac{cie^{\zeta i}}{2\sqrt{1 + e^{\zeta i}}}, \qquad \overline{f(\zeta)} = c\sqrt{1 + e^{-i(\xi - i\eta)}}.$$

La résolution du problème d'équilibre dans le cas où les efforts sont donnés à la frontière se réduit à une équation de Fredholm, mais dans un grand nombre de cas elle peut être ramenée à deux problèmes de Dirichlet.

Supposons, en effet, que la frontière soit $\xi = \xi_0$, les efforts $R_{\xi=\xi_0}$ et $T_{\xi=\xi_0}$ étant donnés pour tous les points de $\xi = \xi_0$.

Il est aisé de voir que

$$\alpha + i\beta = -\frac{1}{2} f'(\zeta)\overline{f(\zeta)} = -\frac{1}{2} f'(\xi + i\eta)\bar{f}(\xi + i\eta) \quad (^1)$$

pour $\xi = \xi_0$ prend les valeurs de la variable complexe

(6) $$\Phi(\zeta) = -\frac{1}{2} f'(\zeta)\bar{f}(2\xi_0 - \zeta),$$

(7) $$\left[\frac{2T + i(R - \Phi)}{h^2}\right]_{\xi=\xi_0} = \left[i\Phi(\zeta)\frac{d\varphi(\zeta)}{d\zeta} + F(\zeta)\right]_{\xi=\xi_0} = [\chi(\zeta)]_{\xi=\xi_0}.$$

En connaissant les valeurs de la partie réelle de $\chi(\zeta)$ que nous suppose-

(1) $\bar{f}$ est l'opération f dans laquelle i est changé en $-i$.

rons uniforme et continue à l'intérieur de $\xi = \xi_0$ pour

$$\xi = \xi_0 \left[= \left(\frac{2T}{h^2} \right)_{\xi=\xi_0} \right],$$

nous obtiendrons cette partie réelle en résolvant un problème de Dirichlet et nous trouverons la partie imaginaire de $\chi(\zeta)$ par une simple quadrature.

Les valeurs de cette dernière partie se confondent pour $\xi = \xi_0$ en vertu de (7) avec les valeurs de $\left[\frac{R - \Phi}{h^2}\right]_{\xi=\xi_0}$. Mais

$$(R + \Phi)_{\xi=\xi_0} = 2(R)_{\xi=\xi_0} - (R - \Phi)_{\xi=\xi_0}$$

et nous trouverons $[R + \Phi]$ en résolvant un second problème de Dirichlet :

$$F(\zeta) = \chi(\zeta) - i\Phi(\zeta)\frac{d\varphi(\zeta)}{d\zeta} = \chi(\zeta) - i\Phi(\zeta)\left[\frac{\partial(R + \Phi)}{\partial\xi} - i\frac{\partial(R + \Phi)}{\partial\eta}\right].$$

C'est ainsi que je parviens à résoudre plusieurs problèmes intéressants.

En me servant, pour la solution du problème de Dirichlet, dans le cas d'une ligne droite (axe Ox de coordonnées rectangulaires x, y), d'une formule connue

$$\frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(s)\,y\,ds}{(s - x)^2 + y^2},$$

et dans le cas d'un cercle de la formule de Poisson

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{f(\psi)(R^2 - \rho^2)\,d\psi}{R^2 - 2R\rho\cos(\theta - \psi) + \rho^2},$$

j'obtiens la résolution complète du problème dans le cas d'une ligne droite et d'un cercle au moyen d'intégrales définies.

NOMOGRAPHIE. — *Sur la représentation nomographique des équations à quatre variables.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**, présentée par M. G. Humbert.

Le but de la présente Note [1] est d'éclairer ce qu'on peut appeler la réduction au plan de la quatrième dimension, de façon à mettre plus nettement en évidence, si pos-

---

[1] Les renvois à mes Ouvrages : *Traité de Nomographie* (Gauthier-Villars, 1899) et *Calcul graphique et Nomographie* (Doin, 1908), seront indiqués respectivement par les abréviations *T. N.* et *C. G. N.*

sible, le degré de généralité respective des diverses méthodes nomographiques couramment utilisées à cet effet.

Convenons tout d'abord de désigner les systèmes d'éléments géométriques définis sur le plan soit par un, soit par deux paramètres (systèmes simplement ou doublement infinis), par la notation *systèmes* ∞^1 *ou* ∞^2. Il ne faut d'ailleurs pas confondre les paramètres servant à définir *géométriquement* ces systèmes avec ceux qu'on peut y rattacher *nomographiquement*, à titre de cotes, et qui peuvent être en plus grand nombre [*éléments condensés* [1]]. La confusion entre ces deux notions serait de nature à engendrer des idées tout à fait fausses sur le degré de généralité des méthodes applicables aux équations à plus de trois variables. Les explications qui vont suivre, et que nous bornons (ce qui suffit pour en bien faire saisir le sens) aux équations à quatre variables, seront sans doute de nature à les empêcher de se produire.

Toute équation à trois variables

$$F(z_1, z_2, z_3) = 0$$

peut, on le sait [2], être représentée d'une infinité de manières au moyen de trois systèmes ∞^1 de lignes planes ayant respectivement pour cotes les valeurs de z_1, z_2, z_3, et tels que les lignes qui correspondent à des valeurs de ces variables, satisfaisant à l'équation donnée, concourent en un même point. Deux de ces trois systèmes peuvent, d'ailleurs, être arbitrairement choisis.

On pourra, dès lors, ramener la représentation d'une équation à quatre variables

$$F(z_1, z_2, z_3, z_4) = 0$$

à la représentation simultanée de deux équations à trois variables, si cette équation peut être mise sous la forme [3]

$$f(z_1, z_2) = \varphi(z_3, z_4).$$

Si, en effet, l'on désigne par z la valeur commune des deux membres de cette équation, il suffira de représenter à la fois les deux équations en z, z_1, z_2 et en z, z_3, z_4 ainsi formées, en adoptant le même système (z) pour chaque nomogramme, ce système n'ayant d'ailleurs pas besoin d'être coté, puisqu'il ne sert qu'à éliminer la variable auxiliaire z entre les deux nomogrammes partiels.

Ce système (z) étant arbitraire ainsi qu'un second système sur chacun des nomogrammes partiels [(z_1) et (z_3) par exemple], ces trois systèmes

---

[1] *T. N.*, p. 351, et *C. G. N.*, p. 201.

[2] *T. N.*, p. 97, et *C. G. N.*, p. 188.

[3] La condition analytique nécessaire et suffisante pour qu'il en soit ainsi a été donnée par M. Goursat (*C. G. N.*, p. 208).

pourront être constitués chacun par un faisceau de droites parallèles. Si, sur l'un de ces nomogrammes, le troisième système se trouve également constitué par un faisceau de parallèles [soit (z_2) par exemple], on pourra, bien évidemment, remplacer les trois systèmes (z_1), (z_2) et (z) par un transparent sur lequel seront simplement tracés trois index concourants respectivement parallèles aux directions de ces trois faisceaux, et dont l'orientation devra être maintenue constante ([1]).

Mais le procédé précédent, de quelque intérêt qu'il soit pour la pratique, ne constitue pas, au point de vue mathématique, une solution proprement dite de la question envisagée, puisqu'il se borne à ramener une représentation à quatre variables à une double représentation à trois. Pour obtenir une méthode directe de représentation dans le cas de quatre variables, *il faut substituer à l'un des systèmes ∞^1 du cas de trois variables un système ∞^2.*

Or cela n'est pas possible en général, la représentation simultanée sur un plan de toutes les lignes d'un système ∞^2 étant matériellement irréalisable. Mais cela le deviendra si toutes les lignes d'un tel système peuvent être engendrées soit par un système ∞^1 de déplacements d'un système ∞^1 de lignes tracées sur un transparent, soit par un système ∞^2 de déplacements d'une ligne unique. Au reste, pour qu'un tel mode de génération puisse être utilisé nomographiquement, il faut pouvoir fixer de façon simple la position du plan mobile au moyen de la valeur de la ou des variables servant à la définir.

Pour rendre les choses plus claires, supposons le plan mobile rapporté à deux axes $O'x'$ et $O'y'$.

Dans le premier cas, supposons les déplacements régis par la variable z_3, le système ∞^1 figuré sur le transparent étant coté au moyen de z_4. A chaque valeur de z_3 correspondent une certaine position de O' et une certaine direction de $O'x'$. Le lieu des positions de O', qui forment ici un système ∞^1, sera une certaine ligne L sur laquelle chaque position de O' sera définie par une cote (valeur de z_3 en ce point). En outre, les positions de $O'x'$ passant par chacun de ces points envelopperont une certaine courbe E. Ainsi l'ensemble de l'échelle (z_3) portée par la ligne L et de l'enveloppe E définira entièrement la position du transparent pour chaque valeur de z_3. Il suffira ensuite de prendre sur ce transparent la ligne (z_4) passant par le point de rencontre des lignes (z_1) et (z_2) du plan fixe.

([1]) C'est le cas des abaques hexagonaux à échelle binaire si le fait se produit pour un seul des nomogrammes partiels, à glissement s'il a lieu pour les deux.

Dans le second cas, les positions de O′ correspondant à chaque couple de valeurs de z_3 et z_4 forment un système ∞^2 ; ce sont les points d'un réseau constitué par deux systèmes ∞^1 cotés, l'un au moyen de z_3, l'autre au moyen de z_4. En outre, à chacune de ces positions correspond une certaine direction pour $O'x'$. L'ensemble ∞^2 de ces directions peut se décomposer ainsi : ensembles ∞^1 des tangentes aux courbes D d'un système ∞^1 (¹). Ces courbes étant tracées sur le plan, la direction en chaque point (z_3, z_4) du réseau est celle de la tangente à la courbe D qui passe en ce point (²).

Si la ligne unique tracée dans ce cas sur le transparent se réduit à une droite, celle-ci peut être prise pour $O'x'$ (³). On peut, au surplus, modifier le procédé de détermination nomographique de cette droite en recourant à un ensemble d'enveloppes E comme ci-dessus. En effet, le système ∞^1 de toutes ses positions correspondant à une valeur donnée de z_3 constitue l'ensemble des tangentes à une certaine courbe E que l'on cotera (z_3); de même pour (z_4). La réunion de ces deux systèmes ∞^1, (z_3) et (z_4), permet alors de définir entièrement le système ∞^2 des droites $O'x'$ dont il suffit de prendre le concours avec les courbes (z_1) et (z_2). Lorsque les enveloppes (z_3) et (z_4) se réduisent à des points (distribués respectivement sur deux lignes S_3 et S_4), on retombe sur la *méthode des points alignés dans le cas de deux échelles simples et d'un réseau de points à deux cotes* (⁴) dans laquelle, effectivement, l'ensemble des positions de l'index forme bien un système ∞^2.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur un dispositif de surface portante pour aéroplane.* Note de M. **Maurice Caron**, présentée par M. Painlevé.

La réalisation d'un aéroplane qui permettrait d'utiliser les routes constituerait un progrès considérable.

(¹) Cette représentation se confond avec celles des intégrales d'une équation différentielle quelconque du premier ordre.

(²) Tous les modes possibles de détermination nomographique au moyen de l'ensemble des deux plans, dans le cas de quatre variables, rentrent soit dans le groupe A_4^2 de notre première classification (*T. N.*, p. 410), soit dans les types (2) à (4) de la seconde (*C. G. N.*, p. 372).

(³) Dans ce cas, la ligne pouvant, tout en restant superposable à elle-même, recevoir une translation suivant sa direction, la coïncidence de O′ et du point (z_3, z_4) devient superflue. Cela rentre dans le cas des *contacts indéterminés* de notre théorie générale (*T. N.*, p. 395, et *C. G. N.*, p. 368).

(⁴) *T. N.*, p. 320, et *C. G. N.*, p. 238.

Pour réduire l'envergure à 2^m ou $2^m,50$ il est nécessaire de superposer les surfaces portantes. Or les tentatives faites jusqu'ici dans ce sens ont échoué, car elles conduisent à mettre le centre de gravité bien au-dessous du centre de poussée de l'air, ce qui donne lieu à des oscillations difficiles à réprimer, donc dangereuses, parce que des modifications légères de l'état de l'air ou de la position de l'appareil engendrent des couples perturbateurs notables.

D'autre part, une disposition où le centre de gravité de l'appareil serait voisin du centre de pression rendrait le départ impossible.

Mais relions les surfaces portantes (*persienne*) au corps de l'appareil, non point d'une façon rigide, mais par l'intermédiaire d'un axe perpendiculaire au plan de symétrie de l'appareil et passant au bas de la persienne et un peu au-dessus du centre de gravité du corps de l'appareil; on réduit considérablement les couples perturbateurs.

La persienne est constituée d'un grand nombre de surfaces légèrement concaves vers le sol, disposées par rapport aux montants de façon que la résultante des poussées de l'air soit oblique par rapport aux montants et passe derrière le point de suspension O de la persienne.

Pour une vitesse donnée v, il existe une position d'équilibre de la persienne, position où la persienne est plus ou moins rejetée en arrière, et pour laquelle la résultante des poussées et du poids de la persienne passe par O. On voit aisément que cet équilibre est stable. L'expérience confirme cette conclusion et montre que cet état d'équilibre est atteint sans oscillations sensibles.

Il est donc possible, grâce à cette articulation, de constituer une surface portante dont le centre de poussée soit bien au-dessus du centre de gravité de la masse à porter, sans rencontrer les inconvénients dus à l'écartement de ces points dans les surfaces liées rigidement.

Quant à la diminution de l'envergure, outre qu'elle rend possible le départ sur route, elle rend aussi l'appareil moins sensible aux remous d'air. L'axe d'articulation permet de coucher la surface pendant le transport, pendant le remisage, pendant la mise en vitesse.

Remarquons aussi que, l'envergure étant plus faible, la surface travaille bien moins en porte à faux et est par suite plus légère à solidité égale.

Insistons maintenant sur la constitution de la persienne. Les appareils actuels sont constitués par des surfaces dont la profondeur dans le sens du déplacement et l'écartement sont de l'ordre du mètre; or j'ai constaté expérimentalement qu'on peut rapprocher ces surfaces à quelques millimètres

pourvu que leur profondeur soit proportionnée. Le Tableau ci-dessous indique les résultats obtenus :

	Nombre d'aubes.	Écartement des aubes.	Dimensions de l'aube.	Encombrement de la persienne.	Surface totale.	Poids soulevé.	Vitesse à l'heure.
		mm	mm mm	dm²	dm²	g	km
A.	79	12	98 × 11	9,2	8,5	475	32
	»	»	»	»	»	580	35
	»	»	»	»	»	819	48
B.	166	6	98 × 11	10	17,8	800	40
	»	»	»	»	»	1086	48
	»	»	»	»	»	1270	55
C.	180	5,6	98 × 5	10	8,8	422	40
D.	360	2,8	98 × 5	10	17,6	740	40
E.	80	12,5	100 × 23	10	18,4	894	38

Il ressort de ces chiffres, malgré les erreurs d'expériences :

1° Qu'entre les surfaces A et B d'une part, C et D d'autre part, faites avec les mêmes aubes, mais avec des écartements différents, on utilise mieux la masse d'air rencontrée en mettant plus d'aubes dans une même section.

La résistance à la pénétration donnée par l'inclinaison de la persienne est restée à peu près la même, le poids seul a augmenté avec le nombre d'aubes.

2° Que, quoique entre D et E les dimensions en profondeur aient passé de 5^{mm} à 23^{mm}, les chiffres obtenus 740^{g} et 894^{g}, pour des vitesses voisines 40^{km} et 38^{km}, ne sont pas très différents.

Si les aubes de D, qui n'avaient que 5^{mm}, avaient été aussi rigides et aussi régulièrement orientées que celles de E, la différence aurait été encore moins grande.

3° Que les forces de sustentation rapportées à la surface sont au moins égales à celles observées dans les appareils de Farman, Wright, etc., pour des vitesses analogues et sensiblement doubles rapportées à l'encombrement.

Cette dernière observation est confirmée par des expériences faites sur une surface formée de 730 aubes de 150^{mm} de long et 25^{mm} de profondeur et mesurant en total $1^{m},25$ de haut et $1^{m},05$ de large, soit $1^{m^2},30$ d'encombrement et $2^{m^2},75$ de surface totale. Elle a porté 32^{kg} à 60^{km} à l'heure, soit $24^{kg},5$ au mètre carré d'encombrement et $11^{kg},6$ au mètre carré de surface, c'est-à-dire sensiblement le chiffre obtenu par des appareils à grandes surfaces.

La résistance à la pénétration, qui est donnée par l'inclinaison de la surface, est voisine de celle que présentent les appareils ordinaires.

L'emploi d'aubes très peu profondes et très rapprochées diminue donc l'encombrement des surfaces sans réduire leur efficacité. Cette disposition présente en outre l'avantage de rendre à peu près négligeable le déplacement du centre de poussée de l'air, ce qui diminue encore l'intensité des perturbations.

Une théorie d'appareils à aubes très rapprochées peut être faite, moyennant quelques hypothèses, d'une façon très simple et sans coefficient. Elle serait trop longue à établir dans cette Note ; je dirai seulement qu'elle conduit à des rendements de 80 pour 100 pour les surfaces décrites ci-dessus.

PHYSIQUE. — *Sur un fait d'apparence anormale auquel donnent quelquefois lieu les transformateurs industriels.* Note de MM. **Gacogne** et **A. Léauté**, présentée par M. Lippmann.

Au cours d'expériences faites avec des transformateurs industriels, nous avons observé un phénomène qui paraît singulier au premier abord, mais dont nous avons réussi à trouver l'explication ; ce phénomène est le suivant :

Soient aa' et bb' les enroulements secondaires de deux transformateurs A et B. Les appareils employés pour cette expérience étaient des transformateurs de 13 kilowatts ; on faisait passer un courant alternatif de 12 ampères, 98 volts, 53 périodes, dans l'enroulement primaire de chacun d'eux, et l'on obtenait ainsi, en circuit ouvert, une différence de potentiel efficace de 20000 volts entre les extrémités a et a' ou b et b' des enroulements secondaires.

Dans ces conditions, si d'une part on connecte a et b aux bornes d'un ampèremètre α_1, et que d'autre part on relie a' et b' par un circuit comprenant un second ampèremètre α_2 et un éclateur E, on constate, pour un courant primaire de 12 ampères, 110 volts et une distance convenable des boules de l'éclateur E, que les deux ampèremètres α_1 et α_2, malgré qu'ils soient placés en série, sont parcourus par des courants d'intensités très différentes : c'est ainsi qu'on voit α_2 marquer 1,8 ampère, tandis que l'aiguille de α_1 reste sensiblement immobile. La même observation peut être faite pour diverses valeurs du courant primaire ; il résulte des nombreux essais effectués par nous que le courant dans α_2 est très supérieur à celui qui parcourt α_1 et que l'intensité de l'un peut quelquefois être égale à cent fois celle de l'autre.

Ce fait, qui surprend au premier abord, peut être expliqué aisément, si l'on se reporte aux recherches faites par l'un de nous sur certains effets

remarquables de la capacité dans les bobines de self-induction [1]; cette capacité est due à ce que, dans une bobine, deux couches consécutives de fil fonctionnent comme les armatures d'un condensateur, dont le diélectrique serait formé par l'isolant qui entoure le fil. Nous allons voir qu'un phénomène semblable se produit dans les transformateurs, que ces appareils comme les bobines de self-induction possèdent une capacité, dont il est parfois indispensable de tenir compte, et qu'en particulier, dans l'expérience que nous venons de décrire, c'est la capacité seule qui est en cause.

Pour le démontrer, nous avons construit un transformateur C, dont l'enroulement secondaire est formé par deux bobines en série; celles-ci sont plates et ont la forme de galettes.

Grâce au nombre considérable de couches de fil que porte chacune de ces bobines, la capacité du transformateur C est minime; de plus, la division de l'enroulement secondaire en deux parties permet de n'avoir entre les couches extrêmes de chaque galette qu'une différence de potentiel égale à la moitié de celle qui existe entre les boules de l'éclateur E. Notons enfin que les noyaux en fer des transformateurs A et B étaient remplacés dans le transformateur C par un noyau en bois.

Nous avons alors répété l'expérience indiquée plus haut en faisant usage de l'appareil C ainsi construit et en faisant jouer aux deux bobines que porte C le rôle qu'avaient précédemment les enroulements secondaires des transformateurs A et B. Dans ces conditions, quels que soient le courant passant dans le primaire et l'écartement des boules de l'éclateur E, les déviations qu'on observe sur les deux ampèremètres sont identiques; mais il suffit, pour reproduire l'anomalie signalée dans la première expérience, de réunir les extrémités du secondaire du transformateur C aux deux armatures d'un petit condensateur (0,002 à 0,006 microfarad).

Il résulte de cet ensemble d'observations, et ceci peut dans certains cas présenter de l'intérêt, que toute ligne, sur laquelle sont branchés des transformateurs industriels, doit être considérée comme parcourue, à cause de la capacité de ces appareils et tout au moins dans leur voisinage, par des courants oscillatoires de grande fréquence.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur une influence du radium sur la vitesse de cristallisation.* Note de M. **Louis Frischauer**, présentée par M. Lippmann.

On doit à M. D. Gernez et à M. G. Tamman des méthodes précises pour l'étude de la vitesse de cristallisation d'un liquide en surfusion consistant

(1) André Léauté, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 1209.

à mesurer : 1° la vitesse avec laquelle se propage la cristallisation linéaire dans un tube de verre maintenu à une température constante; 2° l'accroissement du nombre des noyaux de cristallisation dans une substance déposée en gouttelettes uniformes. Certaines observations de MM. Brame et Trautz ayant fait conclure à un effet de la lumière sur ces phénomènes, je me suis demandé si une influence semblable n'était pas exercée également par les rayons des substances radioactives dont on connaît les actions chimiques.

Le soufre m'a semblé convenir le mieux pour ces expériences; en effet, déposé en gouttelettes microscopiques sur un porte-objet, il n'a qu'une très faible tendance à cristalliser spontanément, de sorte qu'une telle préparation peut être conservée pendant des semaines entières à l'état surfondu si l'on a soin d'éviter les poussières et les chocs.

En raison de la tension superficielle élevée du soufre, les gouttes sont hémisphériques et sont séparées les unes des autres par d'assez grands intervalles, ce qui fait que la cristallisation ne se propage qu'assez difficilement d'une goutte à l'autre.

Le soufre employé pour ces expériences (*sulfur purissim. cryst.* Merck) a dû être préalablement soumis à une longue purification pour éliminer les traces d'impuretés goudronneuses. La présence du S_2C influence aussi les expériences d'une manière défavorable, car toute trace provoque la formation de cristaux rhombiques de soufre. Pour carboniser les substances organiques, j'ai maintenu le soufre à une ébullition modérée sans accès d'air pendant 8 heures chaque fois, et ceci à deux reprises; puis je l'ai distillé de 5 à 7 fois dans le vide en ne gardant que les fractions moyennes du distillat. Ces opérations ne prenaient fin que lorsqu'un morceau du produit de la grandeur d'un pois, évaporé sur un verre de montre, ne laissait qu'une bordure presque imperceptible de ce qu'on appelle le *soufre noir* et dont on ne connaît d'ailleurs pas exactement la composition.

Le soufre purifié était déposé aussi uniformément que possible sur des porte-objets en cercles de $3^{cm^2},2$ de surface, par distillation sur un bain de sable. Le dépôt était immédiatement recouvert d'un petit verre de montre et les bords de celui-ci mastiqués extérieurement au porte-objet.

Les gouttes avaient un diamètre de 54^{μ} à 90^{μ}, leur nombre était en moyenne de 65 par millimètre carré. Abandonnée à elle-même, une surface de $1^{cm^2},2$ de ces gouttes a donné en moyenne une goutte cristallisée par jour pendant la durée d'une semaine.

	Nombre de jours.						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	8.
Nombre de gouttes cristallisées	0	2	2	4	5	5	8

Les gouttes trop grandes ou trop petites doivent être exclues de ces cal-

culs; ainsi les gouttes de plus de 180^{μ} cristallisent en quelques minutes; il en est de même pour les gouttes doubles en forme de biscuit, et de celles qui sont polluées par des poussières; au contraire, les gouttes de moins de 30^{μ} ne cristallisent que par contact.

Pour étudier l'influence des rayons du radium, chacun des porte-objets ainsi préparés a été recouvert à moitié par une lame de plomb de 5^{mm} d'épaisseur; puis on a posé dessus à une distance de 6^{mm} (à compter du centre du dépôt de soufre) une ampoule en verre mince contenant 25^{mg} de de $RdBr^2$ pur, que Mme Curie a bien voulu mettre à ma disposition.

Dans la moitié qui était exposée aux rayons et que nous désignerons par A, on pouvait observer presque dans tous les cas, à partir de 3 heures d'exposition, un accroissement du nombre des centres de cristallisation au voisinage de l'ampoule. Dans un jour ou deux, ce nombre atteignait le double de celui de la moitié B protégée par l'écran de plomb, et l'augmentation se propageait aussi vers les bords du dépôt. Si l'on pose égal à 100 le nombre de noyaux dans la partie B à chaque moment donné, les valeurs moyennes du nombre correspondant pour la partie A seront données par la Table suivante :

	Temps.							
	3^h.	6^h.	9^h.	15^h.	1^j.	2^j.	3^j.	4^j.
Nombre de noyaux.....	106,5	119	128	160	180	214	257	282

En outre de l'accroissement du nombre des noyaux, on observe en A généralement, à partir du deuxième jour, une propagation plus rapide de la cristallisation de goutte à goutte, de sorte qu'à la fin du quatrième jour le nombre total des gouttes cristallisées en A est de trois à cinq fois plus élevé qu'en B.

Toutefois, le second phénomène dépend aussi d'autres circonstances : de la vitesse de croissance plus ou moins grande que possèdent les différentes espèces de cristaux qui se forment, de la disposition plus ou moins serrée des gouttes, etc.; par conséquent, on a quelquefois des résultats plus élevés pour une exposition courte que pour une longue.

Après 28 jours d'exposition la partie A d'une préparation accusait un nombre presque cinq fois plus grand de centres et un nombre onze fois plus grand de gouttes cristallisées que la partie B; cependant, même dans le voisinage immédiat du radium, un certain nombre de gouttes conservaient encore leur transparence. Mais, après une chauffe de 6 heures à 70°, j'ai trouvé que toutes les gouttes en A avaient cristallisé sans exception, alors que la partie B n'avait fait que des progrès médiocres. Une exposition de 4 semaines avait donc influencé toutes les gouttes, mais tous les germes formés ne s'étaient pas développés; l'échauffement à 70°, en augmentant la vitesse de croissance, a suffi pour provoquer le développement des germes restés latents.

Je me suis proposé également d'examiner l'action de l'émanation du radium sur ces phénomènes de cristallisation; à cet effet, j'ai déposé une

couche de gouttelettes de soufre sur les parois intérieures d'un cylindre de verre dans lequel le vide avait été fait; puis j'ai introduit dans le cylindre une quantité d'émanation (non desséchée) formée au bout de 4 jours par une solution de 50^{mg} de $RdBr^2$.

Après avoir gardé le cylindre pendant 8 jours dans une position couchée, j'ai pu observer un excès considérable de cristaux dans la moitié inférieure. Après une chauffe de 6 heures à 70°, toutes les gouttes de cette moitié étaient cristallisées, pendant que les autres restèrent transparentes pour la plupart.

Il semble donc que l'action observée soit due moins aux rayons α de l'émanation qu'à l'activité induite qui s'était déposée de préférence sur la moitié inférieure sous l'influence de la vapeur d'eau répandue dans le cylindre et avait provoqué ainsi la formation de centres de cristallisation.

Pour établir si le phénomène étudié était influencé également par des rayons privés de charge électrique, j'ai exposé pendant 20 heures aux rayons Röntgen une préparation de soufre recouverte à moitié d'un écran de plomb, à une distance de 3^{cm} de la source des rayons. Je n'ai pu constater aucune différence entre les deux moitiés relativement au nombre des cristaux.

Il est probable que d'une façon analogue les rayons γ du radium sont sans action sur la transformation cristalline; les effets nouveaux observés seraient alors dus aux rayons β du radium, car les rayons α étaient complètement arrêtés dans mes expériences par le verre de $0^{mm},9$ d'épaisseur qui recouvrait la préparation.

PHYSIQUE. — *Thermo-endosmose*. Note de M. **Aubert**, présentée par M. Lippmann.

L'appareil utilisé pour étudier les phénomènes de thermo-endosmose dérive de celui qui a été indiqué [1] par M. Lippmann.

Les deux couches liquides, limitées par deux disques A et B, et séparées par la membrane, ont chacune environ $\frac{5}{10}$ de millimètre d'épaisseur. Elles sont respectivement en communication avec deux tubes capillaires horizontaux A' et B', ce qui permet de constater que la quantité de liquide qui apparaît en A' est rigoureusement égale à celle qui disparaît en B'.

---

[1] *Comptes rendus*, 2e semestre 1907, n° 2.

Le disque A repose sur un bain de sable, chauffé par un rhéostat, dans lequel on peut faire varier l'intensité du courant; B sert de fond à un vase où circule un courant d'eau froide. On peut ainsi établir une différence de température variable à volonté entre les deux couches liquides que sépare la membrane.

On a placé le tube capillaire A′ à un niveau supérieur à celui du tube B′; la pression exercée par le liquide contenu dans A′ sur la membrane est donc supérieure à la pression exercée par B′, et cependant le sens du mouvement est de B′ vers A′, c'est-à-dire du liquide froid vers le liquide chaud.

Les expériences ont été faites avec des membranes de gélatine, de vessie de porc, de parchemin, des cellules végétales (pomme de terre, carotte) et avec différentes solutions. La nature électrolytique du liquide ne change pas le sens du phénomène; le mouvement a toujours lieu du côté froid vers le côté chaud, que l'eau distillée soit pure ou contienne des électrolytes (acides, sels, bases). Le sens du mouvement est indépendant aussi de la nature de la membrane.

Pour une membrane déterminée, la différence de pression et la différence de température restant constantes, le débit est :

1° Proportionnel à la surface de la membrane;

2° Indépendant du temps;

3° Il dépend de la différence de température entre les deux couches liquides et croît avec celle-ci.

Au lieu de mesurer le débit, on peut chercher la pression nécessaire pour arrêter le mouvement du liquide. Cette pression peut, dans certains cas, dépasser l'atmosphère.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la charge de l'ion négatif d'une flamme.* Note de M. **Georges Moreau**, présentée par M. E. Bouty.

La charge e de l'ion d'un gaz peut être déduite de la formule générale de la théorie cinétique :

$$\frac{K}{D} = \frac{3e}{2\alpha T}, \tag{1}$$

dans laquelle : $K =$ la mobilité de l'ion; $D =$ son coefficient de diffusion à travers le gaz; $T =$ la température absolue; $\alpha =$ la constante d'énergie moléculaire, connue d'autre part.

La mesure de $\frac{K}{D}$ donne celle de e. Cette détermination se fait très simple-

ment, pour l'ion négatif des flammes, avec un dispositif peu différent de celui que j'ai employé pour évaluer la masse du même ion [1].

Une flamme F brûle verticalement au contact d'une lame A en tôle de fer de $1^{mm},6$ d'épaisseur, en face de laquelle, du côté opposé à la flamme, on a placé une lame semblable B, limitant, avec la première, un intervalle d'air M de 2^{mm} d'épaisseur. Entre les deux lames, existe un champ électrique X dirigé de B vers A. Si l'on introduit une perle de sel de sodium dans la flamme F, un courant se produit entre les lames : il est dû aux ions négatifs de la flamme F, qui *filtrent à travers la lame chaude* A, beaucoup plus rapidement que les ions positifs, et sont ensuite entraînés vers B par diffusion et par le champ X.

L'intensité du courant se calcule aisément.

Soient :

N; n_0, n les densités des ions négatifs dans la flamme F, dans le milieu M au voisinage et à la distance x de la lame A ;
δ la distance des lames A et B ;
V la différence de potentiel établie entre elles ;
i le courant par unité de surface.

On a

$$(2)\qquad \frac{i}{e} = -\mathrm{D}\frac{dn}{dx} + n\mathrm{KX}$$

et à travers A

$$(3)\qquad \frac{i}{e} = \alpha_0\mathrm{N} - \beta n_0,$$

où α_0 et β sont deux constantes positives qui dépendent de la température de la flamme, de celle du milieu M, des vitesses d'agitation des ions négatifs dans F et M, et qu'il est possible de mesurer, ainsi que je le montrerai prochainement.

Pour $x = 0$, $n = n_0$; pour $x = \delta$, $n = 0$. Il vient, en supposant le champ X uniforme et égal à $\frac{\mathrm{V}}{\delta}$,

$$(4)\qquad i = \frac{\alpha_0 e\mathrm{NKX}\varepsilon^z}{(\beta + \mathrm{KX})\varepsilon^z - \beta} \qquad \text{avec} \qquad z = \frac{\mathrm{KV}}{\mathrm{D}}.$$

Pour les faibles champs, KX est négligeable devant β : dans mes expériences KX reste inférieur à $\frac{\beta}{100}$.

L'équation (4) s'écrit alors

$$(5)\qquad i = i_0\frac{z\varepsilon^z}{\varepsilon^z - 1} \qquad \text{avec} \qquad i_0 = \frac{\alpha_0 e\mathrm{ND}}{\beta\delta}.$$

---

(1) *Comptes rendus*, 8 février 1909.

Cette formule est bien vérifiée par l'observation; elle donne, par un calcul simple, le rapport $\frac{K}{D}$ pour le milieu M, à la température T.

L'expérience consiste à noter au galvanomètre le courant avec et sans perle de sel dans la flamme F, pour des potentiels V croissant de 0^{volt} à $1^{volt},5$, d'où, par différence, le courant i de la formule (5).

Un couple thermo-électrique mesure la température absolue T de l'intervalle d'air M, qu'on maintient élevée au moyen d'une seconde flamme qui brûle au contact de la lame B. Le courant i n'a pas dépassé un centième de micro-ampère.

Voici les résultats de neuf séries d'observations; dans la formule (1), on a pris pour α la valeur $1,7.10^{-16}$ indiquée par Jean Perrin :

T = 780°.	T = 723°.
$e = 4,5.10^{-10}$	$e = 4,2.10^{-10}$
$4,8.10^{-10}$	$4,1.10^{-10}$
$4,3.10^{-10}$	$4,2.10^{-10}$
$4,2.10^{-10}$	$4,1.10^{-10}$
	$4,4.10^{-10}$

d'où, comme moyenne en unités électrostatiques,

$$e = 4,3.10^{-10}.$$

Ce nombre est compris entre ceux indiqués, pour la charge d'un électron, par Millikan, $4,06.10^{-10}$ et Perrin, $4,1.10^{-10}$, et celui de Rutherford, $4,65.10^{-10}$.

PHYSIQUE. — *Sur la décharge des inducteurs.* Note de M. **E. Caudrelier**, présentée par M. E. Bouty.

Au cours de ses recherches sur les différents modes de décharge des inducteurs, Klingelfuss a le premier signalé que, si l'on intercale dans le circuit qui réunit les deux pôles d'un de ces appareils une coupure de 10^{cm} à 100^{cm} de longueur, l'étincelle produite par la décharge présente, lorsqu'on la souffle par un courant d'air, toute une série de stries lumineuses régulièrement espacées. Si l'on en croit la théorie développée à ce sujet par Klingelfuss, Walter, Schnell et tout récemment encore par M. Corbino (1), ce phénomène serait dû à l'influence du condensateur placé aux

(1) Corbino, *Il Nuovo Cimento*, 1909.

bornes de l'enroulement primaire et destiné à rendre plus brusques les ruptures du courant d'alimentation; par suite de l'existence de cette capacité, le primaire donnerait naissance à des oscillations, qui, se transmettant par induction au secondaire, provoqueraient dans l'étincelle les stries observées par Klingelfuss.

J'ai repris les expériences de Klingelfuss en substituant aux grandes étincelles qu'il étudiait des étincelles courtes, ayant au maximum 2^{cm} de longueur. J'ai constaté qu'en soufflant ces étincelles courtes on obtenait un phénomène semblable à celui de Klingelfuss; mais j'ai de plus observé, ce qui est de nature à infirmer, dans le cas des étincelles courtes, la théorie rappelée plus haut, que l'aspect de l'étincelle n'était pas modifié lorsqu'on supprimait le condensateur placé sur le circuit primaire.

Le soufflage de l'étincelle se fait au moyen de l'appareil imaginé par M. Hemsalech, ou simplement en dirigeant un courant d'air entre deux pointes de fer servant d'électrodes. La longueur de la coupure varie de $0^{cm},3$ à 2^{cm}; l'étincelle est produite par un transformateur Rochefort, auquel on adjoint un interrupteur Contremoulins; c'est sur ce dernier qu'est placé le condensateur, dont la capacité C est d'ailleurs variable.

Dans ces conditions, si l'on imprime au courant d'air une vitesse suffisante, on voit apparaître dans l'étincelle une grande quantité de stries régulières et très lumineuses. Si l'on fait varier la capacité C, en ayant soin de laisser fixes la vitesse du courant d'air et toutes les autres données de l'expérience, on constate qu'aucun changement appréciable ne peut être décelé dans l'étincelle et que l'on peut même, sans modifier l'aspect de cette dernière, mettre hors circuit le condensateur.

Dans ce cas, il ne reste au primaire d'autre capacité que celle du transformateur lui-même : or, il résulte des expériences de M. André Léauté (1) que cette capacité doit être au plus de l'ordre du dix-millième de microfarad, et M. Johnson (2) a montré qu'une capacité aussi faible ne pourrait donner lieu, dans le circuit primaire, à des oscillations susceptibles d'être décelées expérimentalement.

On est donc conduit à penser que, dans l'expérience décrite plus haut, la constitution particulière de l'étincelle est due plutôt à la présence d'une coupure sur le secondaire qu'à l'existence du condensateur sur le primaire.

Cette manière de voir a été confirmée par l'expérience suivante : lorsqu'on fait varier la vitesse du courant d'air, l'aspect de l'étincelle ne se modifie pas de façon aussi simple que l'avait pensé Klingelfuss. Si l'on augmente progressivement la force du soufflage, les stries lumineuses s'écartent d'abord; mais, à partir d'une valeur déterminée, que j'appellerai *valeur critique* du courant d'air, on les voit, par un mouvement inverse, se rapprocher de nouveau, jusqu'à venir finalement se confondre sur la ligne qui joint les électrodes, pour former un trait lumineux unique, émettant un bruit strident.

---

(1) ANDRÉ LÉAUTÉ, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 339.

(2) K.-R. JOHNSON, *Annalen der Physik*, 4e série, t. II, p. 179.

Cette expérience montre l'influence du soufflage sur la forme de l'étincelle et permet de penser qu'il faut attribuer à l'air ionisé, formant la coupure, un rôle important dans la production de ce phénomène.

ÉLECTRICITÉ. — *Le* téléautocopiste *de Laurent Sémat pour la transmission des images à distance.* Note (¹) de M. **Laurent Sémat**, présentée par M. Cailletet.

Le téléautocopiste de L. Sémat est un système d'appareils permettant de transmettre à distance, au moyen des lignes télégraphiques ordinaires, les dessins, écritures, ou tous autres graphiques tracés ou imprimés.

Un cylindre transmetteur et un cylindre récepteur de plus grand diamètre que le précédent sont entraînés chacun, à distance, par un moteur quelconque n'exigeant aucune surveillance. Ces cylindres sont (bien que de différents diamètres et, par conséquent, de surfaces périphériques inégales) de même hauteur lorsqu'il s'agit de reproduire une image de même format que celle originale.

Sur le cylindre le plus petit en diamètre est enroulée une feuille métallique sur laquelle est tracée ou imprimée l'image à transmettre; le format de cette image occupe tout le pourtour de ce cylindre.

Un style émetteur repose sur cette feuille; il est chargé d'admettre dans la ligne les émissions de courant qui reproduisent l'image, lorsqu'il rencontre des parties conductrices de la feuille métallique.

Sur le cylindre de plus grand diamètre sont enroulées une feuille de papier carbone et, sur celle-ci, une feuille de papier pelure ordinaire. Si l'on admet que la différence des surfaces périphériques des deux cylindres soit de $\frac{1}{8}$, il en résulte qu'en format égal l'image reproduite n'occupe que les $\frac{7}{8}$ du pourtour total du plus grand.

Or, les vitesses angulaires de rotation de ces cylindres sont dans le même rapport que les surfaces périphériques, c'est-à-dire que le petit cylindre accomplit un tour complet dans les $\frac{7}{8}$ du temps que met le grand cylindre à en accomplir un.

Le premier, après avoir terminé chaque tour, s'arrête et attend pour repartir que le second ait fini d'évoluer sur le huitième de son pourtour dépourvu

(¹) Présentée dans la séance du 3 mai 1909.

d'image et qu'il provoque le départ à nouveau du petit cylindre qui attend que le grand le lui permette, cela à chaque tour. Il résulte de ce qui précède que, partant d'un même point repère fixe en même temps (synchronisme), les deux cylindres offrent pendant une durée de temps égale (isochronisme) des longueurs périphériques égales sous leurs styles respectifs.

L'avancement longitudinal des deux styles, émetteur et reproducteur, est semblable sur les deux cylindres pendant leur passage sur les images pour des reproductions en formats égaux aux originaux.

Pour des reproductions en formats réduits ou agrandis, les diamètres des cylindres y subissent des rapports relatifs, ainsi que la marche longitudinale proportionnelle des styles.

Les avantages du téléautocopiste Sémat sont les suivants :

L'isosynchronisme réalisé d'une façon parfaite.

L'exclusion du sélénium et de la photographie. Dans le téléautocopiste toutes les opérations *ont lieu en plein jour et par des moyens purement mécaniques.*

Un réglage facile, sans connaissances spéciales. L'adaptation sur les lignes télégraphiques ou téléphoniques ordinaires.

L'enregistrement visible immédiatement pendant la reproduction, sans opérations ultérieures. L'absence d'organes pouvant rapidement se modifier par le temps.

Et enfin une rapidité de transmission qui peut être jusqu'à 5 minutes pour un format 7×12.

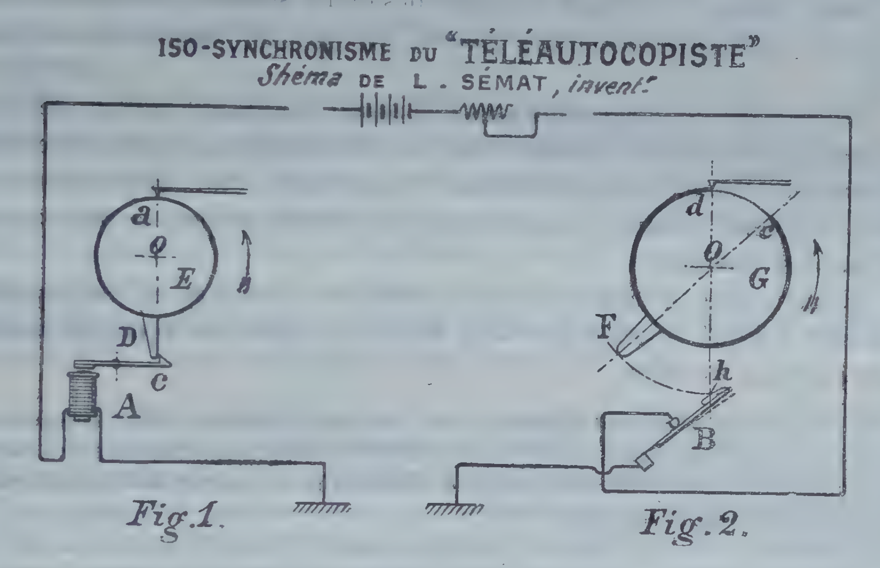
L'appareil *téléautocopiste* ici présent, sur lequel une transmission va être faite, a été construit sur mes indications et d'après mes appareils de laboratoire, dans la maison F. Ducretet et E. Roger, à Paris.

Pendant la présentation, une image fut transmise entre l'appareil transmetteur placé dans la Salle des Bustes et l'appareil récepteur placé dans la Salle des Séances. Cette image, dessinée au trait, représentait le portrait de F. Arago et un texte signé par M. Cailletet.

La vitesse angulaire de rotation du plus petit (*fig.* 1) est plus grande que celle du second (*fig.* 2). Il en résulte que lorsque les deux cylindres sont en marche, à distance l'un de l'autre, le cylindre de plus petit diamètre, après une première révolution, est arrêté à la rencontre du butoir C par sa butée D et attend que le second, de plus grand diamètre, mais évoluant moins vite, produise l'interruption du courant de ligne qui permet à l'électro A de libérer son armature et conséquemment la butée qui le maintient à l'arrêt.

Les points de repère fixes d'où chacun d'eux recommence *en même temps* ses révolutions complètes sont, pour l'un (*fig.* 1), le butoir C et, pour l'autre (*fig.* 2), l'interrupteur B, au point de rencontre h; de là, le *synchronisme*.

A titre d'exemple, il a été admis que les différences des deux cylindres sur leur périphérie est de $\frac{1}{8}$; si la vitesse angulaire pour chaque tour du cylindre le plus petit (*fig.* 1) est de $\frac{1}{8}$ du temps plus rapide que celle du



Dans un circuit électrique sont intercalés : 1° à un poste (*fig.* 1) un électro-aimant A; 2° à un autre poste (*fig.* 2) un interrupteur B.

En figure 1, l'électro-aimant a pour armature un butoir C, occupant une position qui lui permet de maintenir à l'arrêt la butée D d'un cylindre rotatif E dont elle est solidaire, et cela tant que l'électro A est excité.

En figure 2, l'interrupteur B coupe le courant de ligne toutes les fois qu'il est rencontré par la came F, solidaire d'un cylindre rotatif G dont les révolutions sont continues.

Le premier cylindre E (*fig.* 1) est de plus petit diamètre que le cylindre G (*fig.* 2). (Supposons à titre d'exemple que cette différence entre eux est de $\frac{1}{8}$ sur la périphérie totale.)

cylindre le plus grand (*fig.* 2), il en résulte que les deux cylindres en rotation et commençant chacune de leurs révolutions *en même temps* passeront aussi *dans le même temps* ou en *isochronisme* devant deux points de repère fixes correspondants, et cela sur des longueurs périphériques égales. Seul le cylindre de plus grand diamètre continuera à évoluer sur $\frac{1}{8}$ de sa périphérie pendant que le cylindre de plus petit diamètre attendra pour repartir que le premier ait achevé sa révolution complète.

PHYSIQUE. — *Sur la téléphonie sans fil.* Note de MM. **Colin** et **Jeance**, présentée par M. Alfred Picard.

Les appareils émetteurs ont été étudiés pour permettre de rayonner une oscillation entretenue simple, d'énergie constante, lorsque le dispositif microphonique n'est pas en fonction.

Quand celui-ci est soumis à l'action des ondes sonores produites soit par la parole, soit par toute autre cause, l'énergie de l'oscillation rayonnée varie.

Un récepteur de télégraphie sans fil ordinaire utilisant soit un détecteur électrolytique, soit un détecteur basé sur l'effet Edison, soit un détecteur à contacts de cristaux, soit un détecteur magnétique, etc., impressionné par l'onde rayonnée, donne, dans les écouteurs téléphoniques, la reproduction des paroles transmises.

Les oscillations entretenues sont produites à l'origine en employant le dispositif indiqué en 1892 par Elihu Thomson, repris en 1900 par Duddell et en 1903 par Poulsen.

Plusieurs arcs en série sont alimentés sous une tension de 600 volts, qui peut être variée au gré de l'opérateur, et jaillissent soit à l'air libre, soit dans une atmosphère de gaz d'éclairage, de carbure d'hydrogène, d'acétylène, ou encore dans du pétrole, de l'alcool, des huiles lourdes, etc.

Un rhéostat et des self-inductions intercalés sur le circuit d'alimentation des arcs permettent : le premier, de régler le débit et d'assurer dans une certaine mesure la stabilité; les deuxièmes, de s'opposer au passage des oscillations.

Un premier circuit oscillant comprend les arcs en série, une capacité réglable, une self réglable formant primaire d'un transformateur Tesla et un interrupteur. Un voltmètre est monté en dérivation aux bases des arcs. Si l'on étudie les phénomènes qui se passent dans ce premier circuit, à l'aide d'un ondemètre, par exemple, on constate qu'il est le siège d'un grand nombre d'oscillations entretenues qui ne suivent pas la loi harmonique et que chaque variation, même très légère, de la longueur des arcs entraîne une variation correspondante de la longueur et de l'intensité des oscillations créées.

Il résulte de ceci qu'une antenne attaquée par l'intermédiaire d'une self-induction formant secondaire du Tesla, dont le primaire serait constitué par la self du circuit des arcs, vibrera sous l'action de plusieurs des oscillations créées dans ce circuit et ne rayonnera, par conséquent, pas une oscillation simple et d'énergie constante.

L'aiguille du milliampèremètre de l'ondemètre indique bien, dans ces

conditions, par ses vibrations rapides de part et d'autre d'une position moyenne, l'instabilité de l'oscillation rayonnée.

Les inventeurs ont, en conséquence, cherché :

1° *A obtenir des arcs d'une fixité aussi invariable que possible ;*

2° A obtenir dans l'antenne une oscillation simple invariable.

Pour satisfaire au desideratum n° 1, ils emploient :

1° Plusieurs arcs en série ;

2° Des électrodes positives constituées par de larges cylindres de cuivre à calotte plate, refroidies par une circulation intérieure d'un liquide isolant réfrigérant ;

3° Des électrodes négatives constituées par un très mince crayon de charbon porté par un support à grande surface servant de radiateur.

Dans ces conditions, les circuits étant convenablement réglés, l'arc se fixe, les électrodes positives ne sont point attaquées, les électrodes négatives augmentent lentement et très régulièrement de longueur (sauf lorsque les arcs jaillissent dans un milieu contenant de l'oxygène) par suite du dépôt de charbon qui se forme à leur extrémité active, dépôt provenant de la décomposition du carbure d'hydrogène sous l'action des arcs.

Lorsque ces derniers jaillissent à l'air libre ou dans un milieu contenant de l'oxygène, on doit augmenter considérablement leur nombre en série et constituer la partie active de l'électrode négative par une large surface de charbon parfaitement dressée.

Pour satisfaire au desideratum n° 2, les inventeurs emploient un deuxième circuit oscillant, à caractéristiques électriques invariables et comprenant : une self-induction réglable formant secondaire d'un transformateur Tesla dont le primaire est constitué par la self réglable du circuit oscillant des arcs, un ou plusieurs condensateurs réglables et une self-induction formant primaire d'un deuxième Tesla.

Ce circuit intermédiaire est accordé sur l'une des oscillations créées dans le courant des arcs.

Enfin, une quatrième self-induction réglable est reliée par un point convenablement choisi à l'antenne par l'intermédiaire d'une self d'antenne et par une de ses extrémités à la terre.

Dans ces conditions les accords étant réalisés, l'oscillation rayonnée est simple et d'une constance absolue comme longueur et énergie. On le vérifie à l'aide d'un ondemètre.

L'ensemble microphonique est placé dans un circuit contenant une résistance réglable et relié par une de ses extrémités à la terre et par l'autre à un point convenablement choisi du secondaire du deuxième Tesla.

On agit ainsi sur l'accouplement de ce transformateur et l'on obtient, pour des variations du très faible courant qui traverse l'ensemble microphonique, des variations

convenables de l'intensité du courant relativement très élevé qui circule dans l'antenne.

Pour supprimer les troubles dus à la variation de résistance de l'ensemble microphonique au repos, diminuer les étincelles et augmenter la sensibilité ainsi que la pureté de la transmission, les inventeurs emploient un très grand nombre de microphones montés en série.

Ces microphones, spécialement étudiés, ne contiennent aucune matière combustible; la grenaille de charbon est logée dans des cavités circulaires creusées dans une plaque de marbre ou d'ardoise.

La plaque vibrante est maintenue à l'écartement convenable de la grenaille par une rondelle métallique.

En résumé, les points particulièrement intéressants de ces appareils sont :

1° La disposition des électrodes négatives des arcs assurant leur fixité;

2° L'utilisation d'un circuit intermédiaire permettant d'obtenir une oscillation simple constante;

3° La disposition et la constitution de l'ensemble microphonique.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'émanation du radium.* Note de **M. A. Debierne**, présentée par M. A. Haller.

J'ai entrepris depuis plusieurs mois une série d'expériences sur les propriétés de l'émanation du radium à l'état concentré. Ces expériences ont pu être exécutées grâce à l'obligeance de Mme Curie, qui a bien voulu mettre à ma disposition une solution contenant une forte proportion de radium (environ 2^{dg} de radium).

M. Ramsay, en collaboration avec MM. Soddy, Collie et Cameron, a publié plusieurs Mémoires sur la préparation et les propriétés de l'émanation du radium. Les résultats les plus importants indiqués par M. Ramsay et ses collaborateurs sont les suivants : l'émanation est bien un gaz, son volume peut être déterminé; elle possède un spectre particulier, elle donne lieu à la production d'hélium. Par des expériences récentes, MM. Rutherford et Royds ont confirmé ces résultats; ils ont décrit très complètement le spectre de l'émanation et en ont donné la photographie, ils ont déterminé également le volume occupé par l'émanation en équilibre avec une quantité donnée de radium. Cependant le nombre qu'ils ont donné, $0^{mm^3},6$, pour l'émanation en équilibre avec 1^g de radium est très différent de celui indiqué en dernier lieu par MM. Ramsay et Cameron (7^{mm^3} pour la même quantité de radium).

Les observations que j'ai faites au cours de ce travail confirment d'une façon générale les résultats précédents. Ils s'accordent particulièrement bien avec ceux de MM. Rutherford et Royds.

L'émanation dégagée par une solution de radium se trouve mélangée à une grande quantité d'hydrogène et d'oxygène produits par la décomposition de l'eau, à une quantité plus petite de gaz carbonés et azotés provenant de l'altération de la graisse des robinets, et enfin à une petite quantité d'hélium.

Pour éliminer les gaz absorbables (H, O, Az, etc.) j'ai employé la méthode qui m'a déjà servi en 1905 pour démontrer la production de l'hélium par les sels d'actinium. Par l'action du cuivre et de l'oxyde de cuivre, l'oxygène est absorbé, l'hydrogène est transformé en H^2O et les gaz carbonés en CO^2; l'eau est absorbée par l'anhydride phosphorique, le gaz carbonique par la potasse fondue; enfin l'azote est absorbé par du lithium légèrement chauffé.

L'émanation est séparée de l'hélium par condensation au moyen de l'air liquide. Un dispositif particulier est employé pour obtenir une condensation fractionnée et observer séparément les gaz condensés à des températures différentes, et l'hélium non condensé. Les différentes portions gazeuses sont refoulées à l'aide du mercure dans des tubes capillaires; on établit ensuite la pression atmosphérique et l'on détermine le volume du gaz en mesurant à la machine à diviser la longueur de la bulle gazeuse et le diamètre du tube capillaire. Dans certaines expériences, chaque portion gazeuse a été divisée en deux parties égales; une partie remplissait un petit tube de Plücker de quelques millimètres cubes de capacité et servant à l'examen du spectre; l'autre partie était comprimée jusqu'à la pression atmosphérique, et son volume était déterminé.

La portion du gaz la plus fortement radioactive, qui par conséquent contient la plus grande partie de l'émanation, est celle qui se condense entre — 175° et — 150°. Ce gaz donne un spectre particulier très brillant. Un premier examen des clichés spectrographiques ne m'a pas montré de différence avec ceux obtenus par MM. Rutherford et Royds. Le spectre de l'hélium est d'abord complètement absent; il apparaît peu à peu avec le temps et, dans certains cas, est devenu très brillant.

Le gaz non condensable donne le spectre de l'hélium pur; je n'y ai jamais constaté la présence de néon.

Le volume de l'émanation diminue assez fortement pendant les premières heures qui suivent la préparation sous forme de bulle à la pression atmosphérique. Après cette diminution, déjà constatée autrefois par MM. Ramsay et Soddy, le volume est assez bien déterminé. J'ai supposé, comme MM. Rutherford et Royds, que le volume mesuré après la contraction initiale représente le volume de l'émanation.

Le rayonnement pénétrant émis par la bulle gazeuse ayant été mesuré et comparé à celui émis par une ampoule contenant une quantité bien déterminée de chlorure de radium pur, j'ai pu calculer le volume occupé par l'émanation en équilibre avec 1^g de radium.

J'ai constaté que, pour des durées d'accumulation de l'émanation très différentes, le volume obtenu est toujours proportionnel à l'activité. Ainsi,

pour une accumulation de 3 jours, on a obtenu $0^{mm^3},6$ pour l'émanation de 1^g de radium; pour une accumulation de 6 jours, $0^{mm^3},52$; pour une accumulation de 9 jours, $0^{mm^3},61$; pour une accumulation de 32 jours, $0^{mm^3},59$. La moyenne 0,58 est tout à fait d'accord avec le nombre trouvé par MM. Rutherford et Royds.

J'ai déterminé aussi les courbes de décroissance de l'intensité du rayonnement émis par les différentes portions gazeuses. Les portions condensables m'ont donné des résultats très concordants; la diminution de moitié se produit en moyenne au bout de 3,81 jours.

Pour la petite quantité d'émanation non condensée et mélangée à l'hélium, la décroissance observée a été un peu plus lente (diminution de moitié en 4,1 jours). Des expériences sont en cours en vue de confirmer ce résultat et d'étudier cette anomalie [1].

Au cours de ces expériences, j'ai observé un curieux phénomène. Les petits tubes contenant l'émanation à la pression atmosphérique ont été le siège de décharges électriques spontanées, visibles en plein jour. Ces décharges sont parfois très fréquentes (certains tubes donnaient une étincelle par minute). Elles se présentent souvent sous forme d'étincelles très fines pouvant atteindre plusieurs millimètres de longueur, qui se produisent à l'intérieur du verre du tube capillaire. Le tube est alors sillonné de petites fêlures résultant du passage des étincelles. Ces étincelles partent parfois d'un point très brillant situé sur la surface du tube en contact avec l'émanation. Enfin, quelquefois la décharge électrique se produit à travers l'émanation elle-même qui s'illumine assez fortement. Ces décharges disruptives se produisent seulement avec certaines espèces de verre. Le verre

[1] Dans un Mémoire paru tout récemment (*Phil. Mag.*, mai 1909), M. Rutherford signale une différence analogue dans les lois de décroissance. L'explication la plus simple d'une telle différence, c'est qu'il existe deux émanations distinctes et qu'on a opéré un fractionnement entre ces deux émanations. On peut imaginer aussi une autre explication. La loi de destruction de l'émanation montre que les différents atomes ont des durées de vie extrêmement variées, c'est seulement la vie moyenne qui est fixe. Si aucune cause extérieure n'intervient pour provoquer ou influencer les transformations radioactives, ce qui n'est pas encore démontré, il faut nécessairement supposer que les différents atomes d'émanation, au moment de leur production par le radium, ne sont pas absolument identiques entre eux; puisque certains vont se détruire immédiatement et que d'autres vont attendre très longtemps avant de se transformer. On peut alors imaginer que la condensation a opéré une certaine sélection entre ces différents atomes.

qui présentait le plus fréquemment le phénomène était un verre fusible contenant du plomb et qui, cependant, prenait une teinte violette sous l'influence des rayons de l'émanation.

Des tubes de verre contenant une forte proportion de plomb n'ont pas présenté le phénomène de décharge disruptive.

Ce phénomène peut être attribué à l'accumulation dans le verre des charges électriques des rayons α et β émis par l'émanation, lorsque le verre est un isolant suffisamment parfait.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons anhydres du chlorure de thorium avec les chlorures alcalins.* Note de M. **Ed. Chauvenet**, présentée par M. A. Haller.

Certaines combinaisons, anhydres ou hydratées, formées par $ThCl^4$ et divers chlorures alcalins ont été signalées à plusieurs reprises, mais sans qu'on en ait fait une étude d'ensemble.

Dès 1829, Berzélius ([1]) avait tenté de préparer le thorium métallique au moyen d'un chlorure double de thorium et de potassium qu'il obtenait par voie humide en mélangeant $ThCl^4$ et KCl, puis évaporant et chauffant presque au rouge dans HCl sec.

En 1882, Nilson ([2]) reprit la même préparation au moyen du même point de départ; mais le résultat obtenu laisse penser que le chlorure double contenait de l'oxyhalogénure fourni par l'action de la chaleur sur le sel hydraté.

En fait, Krüss ([3]) a montré que ce chlorure double hydraté donne par la chaleur beaucoup d'oxychlorure, même dans un courant de HCl; ce résultat a été confirmé par Moissan et Hönigschmid ([4]). Il semble d'ailleurs que ce chlorure double $ThCl^4, 2KCl$ anhydre ou hydraté n'a jamais été analysé par ces auteurs.

Chydénius ([5]) a signalé la combinaison $ThCl^4, 8AzH^4Cl, 8H^2O$ dont la composition paraît peu vraisemblable et dont l'existence est contestée par Krüss ([6]).

Enfin Wells et Villis ([7]) ont obtenu deux chlorures doubles hydratés de césium

---

([1]) Berzélius, *K. vet. Acad. Handl.*, 1829; *Ann. Ph. Chem. Pogg.*, t. XVI, 1829, p. 385.

([2]) Nilson, *Ber. d. chem. Ges.*, 1882, p. 2537.

([3]) Krüss, *Zeitsch. f. anorg. Ch.*, t. XIV, 1897, p. 361.

([4]) Moissan et Hönigschmid, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. VIII, 1906, p. 182.

([5]) Chydénius, *Jahresb.*, 1863, p. 194.

([6]) Krüss, *Z. anorg. Chem.*, t. XIV, 1897, p. 361.

([7]) Wells et Villis, *Ann. Chem. Jour.*, t. XXVI, 1901, p. 389-408.

qui auraient pour composition

$$ThCl^4, 3CsCl, 12H^2O \quad \text{et} \quad ThCl^4, 2CsCl, 11H^2O.$$

Tels sont les faits connus de cet ordre.

J'ai tenté de préparer toute la série des combinaisons possibles, anhydres ou hydratées, de $ThCl^4$ avec les chlorures alcalins (Li, Na, K, Rb, Cs, Am).

La présente Note est relative aux composés anhydres.

Pour préparer ces composés, j'ai procédé par fusion sèche, dans un courant de gaz chlorhydrique sec, du mélange de $ThCl^4$ et du chlorure alcalin dans la proportion indiquée par la formule ([1]).

Si l'on prend une seule molécule MCl pour $ThCl^4$, l'expérience n'est pas possible en général parce que le produit ne fond qu'à une température trop élevée et $ThCl^4$ se volatilise. Cependant j'ai pu fondre $ThCl^4 + LiCl$ sans volatilisation des deux chlorures. Le mélange fondu est homogène :

Sa chaleur de dissolution dans l'eau est	$+62^{Cal},65$
Soit pour la chaleur de formation	$+2^{Cal},45$

J'ai opéré ensuite sur le mélange suivant les proportions $ThCl^4 + 2MCl$. Dans ce cas, pour les chlorures des cinq premiers métaux, la masse fond aisément et donne une matière homogène, à cassure fibreuse et sans pertes appréciables de l'un ou l'autre des deux chlorures.

Ces produits ont donné les résultats suivants :

1° $ThCl^4, 2LiCl$:

Sa chaleur de dissolution dans l'eau est	$+68^{Cal},83$
Soit pour la chaleur de formation	$+4^{Cal},67$

ou

Pour LiCl	$+2^{Cal},33$

2° $ThCl^4, 2NaCl$:

Sa chaleur de dissolution dans l'eau est	$+50^{Cal},04$
Soit pour la chaleur de formation	$+4^{Cal},3$

ou

Pour NaCl	$+2^{Cal},15$

([1]) Sauf pour AzH^4Cl, dont la volatilité est trop grande, je me suis servi, pour la préparation de ce dernier chlorure double, d'un procédé détourné sur lequel je vais revenir.

3° $ThCl^4, 2KCl$:

Sa chaleur de dissolution dans l'eau est..........	$+39^{Cal},12$
Soit pour la chaleur de formation...............	$+9^{Cal},14$

ou

Pour KCl [1]................................	$+4^{Cal},57$

4° $ThCl^4, 2RbCl$:

Sa chaleur de dissolution dans l'eau est..........	$+27^{Cal},5$
Soit pour la chaleur de formation...............	$+19^{Cal},3$

ou

Pour RbCl..................................	$+9^{Cal},65$

5° $ThCl^4, 2CsCl$:

Sa chaleur de dissolution dans l'eau est..........	$+32^{Cal},46$
Soit pour la chaleur de formation...............	$+14^{Cal},9$

ou

Pour CsCl..................................	$+7^{Cal},45$

Il en résulte tout de suite que le composé $ThCl^4, LiCl$ n'existe pas, le nombre $+2,45$ étant sensiblement égal à la moyenne $+2,33$.

Enfin j'ai fondu ensemble 1^{mol} de $ThCl^4$ et 4^{mol} de chlorure alcalin : Li, Na et K ne donnent point de dérivés de la forme $ThCl^4, 4MCl$, car les produits que j'ai obtenus par fusion avec cette composition ont une chaleur de dissolution qui correspond à des mélanges de $ThCl^4, 2MCl$ et de $2MCl$.

Au contraire, Rb et Cs donnent les composés suivants :

1° $ThCl^4, 4RbCl$:

Sa chaleur de dissolution dans l'eau est..........	$+10^{Cal},65$
Soit pour la chaleur de formation...............	$+26^{Cal},3$

d'où

$(ThCl^4, 2RbCl)_{sol} + 2RbCl_{sol} = ThCl^4, 4RbCl_{sol}$...	$+7^{Cal}$

ou

Pour RbCl..................................	$+3^{Cal},5$

2° $ThCl^4, 4CsCl$:

Sa chaleur de dissolution dans l'eau est..........	$+19^{Cal},79$
Soit pour la chaleur de formation...............	$+18^{Cal},11$

d'où

$(ThCl^4, 2CsCl)_{sol} + 2CsCl_{sol} = ThCl^4, 4CsCl_{sol}$...	$+3^{Cal},91$

(1) A rapprocher des nombres donnés par Berthelot :

$MgCl^2, KCl + 3^{Cal},13$; $MgCl^2, 2KCl + 2^{Cal},60$; $MgCl^2, 4KCl + 4^{Cal},46$.

ou

Pour CsCl . . . . + $1^{Cal},95$

Je n'ai pas obtenu $ThCl^4, 2AzH^4Cl$ par fusion directe; mais la déshydratation vers 150° du composé $ThCl^4, 2AzH^4Cl, 10H^2O$, préparé par un procédé que j'indiquerai bientôt, donne $ThCl^4, AzH^4Cl$, les dix molécules d'eau s'éliminant à cette température en même temps qu'une des deux molécules du chlorure d'ammonium.

La chaleur de dissolution dans l'eau de $ThCl^4, AzH^4Cl$ est $+39^{Cal},82$
Soit pour la chaleur de formation . . . . $+13^{Cal},12$

Ce nombre élevé indique que, parmi tous les chlorures alcalins, c'est pour le chlorure d'ammonium que le chlorure de thorium a le plus d'affinité; en revanche il ne se fixe qu'une molécule.

Vers 500°, $ThCl^4, AzH^4Cl$ se sépare en AzH^4Cl qui se volatilise, et $ThCl^4$ anhydre qui reste dans la nacelle. L'importance de cette réaction est de montrer que le chlorure de thorium hydraté peut donner du chlorure de thorium anhydre. L'obtention du chlorure anhydre par l'intermédiaire de la combinaison hydratée avec $2AzH^4Cl$ rappelle tout à fait la préparation classique de $MgCl^2$ par l'intermédiaire de sa combinaison hydratée avec AzH^4Cl.

Je m'occupe en ce moment de la préparation de certains dérivés halogénés anhydres du thorium en partant de composés obtenus par voie humide.

En résumé, le chlorure de thorium anhydre se combine aux chlorures alcalins pour donner des composés de la forme $ThCl^4, 2MCl$ avec les métaux Li, Na, K, Rb et Cs et $ThCl^4, 4MCl$ avec Rb et Cs seulement. Exceptionnellement le chlorure d'ammonium fournit $ThCl^4, AzH^4Cl$. Je montrerai prochainement que le chlorure de thorium hydraté donne avec ces mêmes chlorures alcalins des combinaisons hydratées et aussi des combinaisons oxyhalogénées avec certains d'entre eux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide benzoylacrylique. Condensation de l'acide glyoxylique avec quelques cétones.* Note de M. J. **Bougault**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente [1], j'ai montré : 1° que l'acide benzoylacrylique $C^6H^5 - CO - CH = CH - CO^2H$, traité à froid par la

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 476.

potasse ou la soude diluée, donne de l'acide diphénacylacétique $(C^6H^5 - CO - CH^2)^2 CH - CO^2H$; 2° que l'acétophénone, ajoutée à l'acide benzoylacrylique, augmente beaucoup le rendement en acide diphénacylacétique.

J'avais interprété ces faits en disant que, sans doute, une partie de l'acide benzoylacrylique se dédoublait en acétophénone et acide glyoxylique, puis, que l'acétophénone formée se fixait sur l'acide benzoylacrylique non décomposé; dans le cas de la présence d'un excès d'acétophénone ajoutée à dessein, la dernière réaction se faisait seule par suite de sa vitesse plus grande.

A la suite de la publication de ces faits, M. Béhal, dans un entretien particulier, m'a fait observer qu'on pouvait expliquer cette réaction plus rationnellement en supposant que le dédoublement de l'acide benzoylacrylique en acétophénone et acide glyoxylique est intégral, et que l'acide diphénacylacétique résulte ensuite de la condensation de 2^{mol} d'acétophénone avec 1^{mol} d'acide glyoxylique

$$2\,C^6H^5CO\,CH^3 + CHO - CO^2H = H^2O + (C^6H^5 - CO - CH^2)^2 CH - CO^2H.$$

J'ai alors entrepris des recherches en vue de décider entre l'interprétation de M. Béhal et la mienne; je dirai de suite que mes nouvelles expériences conduisent à considérer l'hypothèse de M. Béhal comme la plus satisfaisante.

I. *Preuve indirecte.* — Dans l'hypothèse de la fixation directe de l'acétophénone sur l'acide benzoylacrylique, l'acide γ-phényl-γ-céto-α-oxybutyrique

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CHOH - CO^2H,$$

qui, lui aussi, est décomposé par la potasse en acétophénone et acide glyoxylique, ne devra pas pouvoir donner naissance à l'acide diphénacylacétique, à moins de supposer qu'il ne se déshydrate préalablement pour donner l'acide benzoylacylique, ce qui semble peu probable. Or, cet acide γ-phényl-γ-céto-α-oxybutyrique, traité à froid par la potasse étendue, soit seul, soit en présence d'un excès d'acétophénone, se comporte comme l'acide benzoylacrylique : il donne de l'acide diphénacylacétique dans les mêmes conditions et avec les mêmes rendements.

II. *Preuve directe.* — J'ai constaté que l'acide glyoxylique se condense très aisément, en liqueur alcaline, avec l'acétophénone et les acétones analogues substituées dans le noyau aromatique, pour donner l'acide diphénacylacétique ou des acides analogues.

L'opération se fait très simplement par simple mélange en solution aqueuse, légèrement alcoolisée pour faciliter la dissolution de l'acétone; en 24 heures, la condensation est terminée, les rendements sont très élevés.

Outre l'acide diphénacylacétique déjà connu, j'ai préparé, par cette méthode, deux acides nouveaux :

1° Avec la *p*-méthoxyacétophénone, l'acide dianisacylacétique

$$(CH^3O.C^6H^4.CO.CH^2)^2.CH.CO^2H \text{ (p. f. 112°)};$$

2° Avec la méthylènedioxyacétophénone, l'acide dipipéracylacétique

$$(CH^2O^2.C^6H^3.CO.CH^2)^2 CH.CO^2H \text{ (p. f. 112°)}.$$

Ces acides, et ceux qu'on pourrait préparer d'après la même méthode, possédant deux groupements cétoniques en positions respectives 1.5, présentent cet intérêt de se prêter à la synthèse de composés pyridiques ou hydropyridiques dont la constitution se trouve ainsi bien déterminée ([1]).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les modifications de l'anthestérol et de son benzoate.* Note de M. **M.-T. Klobb**, présentée par M. A. Haller.

L'*anthestérol,* alcool cholestérique particulier $C^{28}H^{48}O$ ou $C^{29}H^{50}O$ que j'ai retiré il y a quelques années de l'*anthemis nobilis* ([2]), peut exister sous plusieurs modifications, et il en est de même de son éther benzoïque.

Les modifications du benzoate d'anthestérol se forment sous l'influence des réactifs, en particulier le chlorure de benzoyle sur l'anthestérol α; d'autres modifications prennent naissance sous l'influence des dissolvants. D'autre part il y a pour les anthestérols une forme stable et deux formes instables, les variations de ces dernières étant manifestées par l'abaissement progressif du point de fusion avec le temps. Des faits de cet ordre avaient été constatés déjà avec plusieurs cholestérines végétales, notamment par Gill et Tufts ([3]), Burian ([4]), Rümpler ([5]). A. Bloch et moi ([6]) nous avions trouvé également dans le *Soja hispida* une cholestérine dont l'acétate fond 6° plus bas après quelques jours de préparation. Mais avec l'anthestérol les variations des points de fusion sont beaucoup plus considérables.

La préparation ou la séparation de ces isomères devant être indiquée en détail dans un autre Recueil, je me contenterai de donner ici leurs principaux caractères.

Benzoate α. — C'est celui que j'avais décrit en 1902. Lamelles rectangulaires à éclat

---

([1]) L'étude de ces deux acides sera faite dans un autre Recueil.

([2]) Klobb, *Bull. Soc. chim.*, t. XXVII, 1902, p. 1229.

([3]) Gill et Tufts, *Journ. of Americ. chem. Soc.*, 1903.

([4]) Burian, *Journ. of Americ. chem. Soc.*, 1903.

([5]) Rümpler, *Berichte* de Berlin, 1903.

([6]) Klobb et Bloch, *Bull. Soc. chim.*, t. I, 1907, p. 422.

nacré, fondant à 284°-286°, très solubles dans le chloroforme, très peu solubles dans l'alcool froid. En solution dans le tétrachlorure de carbone à la dilution de 2,5 pour 100, il a un pouvoir rotatoire droit $\alpha = + 64°,36$. Par saponification, ce benzoate donne l'anthestérol α.

Benzoate β. — Il fond à 230°-235° et est généralement plus soluble dans les divers dissolvants. Une solution dans le chlorure de carbone additionnée d'alcool le laisse déposer sous forme de lamelles très nettes à contour ellipsoïdal. Dans le tétrachlorure de carbone (dilution 2,5 pour 100), il a un pouvoir rotatoire droit plus fort que α et légèrement variable. Minimum $\alpha = + 68°,8$; maximum $\alpha = + 71°,7$.

J'ai cherché si ce pouvoir rotatoire se modifiait sous l'influence du temps; mais en opérant immédiatement après la cristallisation ou quelques semaines après, je n'ai observé aucune différence; les variations observées tiennent donc à une autre cause. Par saponification, ce benzoate fournit l'anthestérol β.

Benzoate γ. — Il fond progressivement à 240°-250° et se sépare de ses divers dissolvants en petits globules sphériques avec un centre apparent ou avec tendance à la cristallisation radiée.

D'après l'analyse, cette modification est un hydrate

$$C^{28}H^{47}O(C^7H^5O) + \tfrac{1}{2}H^2O.$$

Le pouvoir rotatoire a été trouvé égal à $\alpha = + 66°,7$ (même dissolvant, même dilution). Ce benzoate γ, bouilli pendant quelque temps avec de l'alcool, se transforme peu à peu en benzoate β; la potasse alcoolique donne également l'anthestérol β.

Anthestérol α. — C'est celui que j'ai décrit autrefois; par cristallisation dans l'alcool, il donne de longues aiguilles. J'ai déterminé à nouveau le pouvoir rotatoire en prenant un autre dissolvant, le xylène; il est égal à $\alpha = + 54°,1$ (dilution 2,13 pour 100). Récemment préparé il fond, quand il est tout à fait pur, à 221°-223°, mais ce point de fusion s'abaisse peu à peu. Au bout de 1 mois quelques portions fondent bien encore vers 220° (bloc Maquenne), mais la plus grande partie fond progressivement à partir de 200°. La transformation complète est probablement très longue; quoi qu'il en soit, un échantillon préparé en décembre 1903 fond aujourd'hui à 150°-160°, ce qui fait un abaissement de 70° environ.

Anthestérol β. — Récemment préparé, et cristallisé ou non dans l'alcool, il se caractérise par son *point de fusion double*. Si on le place sur un bloc Maquenne à température ascendante, il fond à 160°-164°, puis se solidifie de nouveau en aiguilles et celles-ci fondent à leur tour à 190°-195°. J'ai trouvé pour le pouvoir rotatoire $\alpha = + 56°,8$ dans le bromure d'éthylène (dilution 0,75 pour 100); l'anthestérol α m'avait donné autrefois avec le même solvant et la même dilution $+ 48°,3$.

Dissous dans l'alcool, l'anthestérol β conserve après cristallisation son point de fusion double; mais si on le dissout dans l'éther ou le bromure d'éthylène, qu'on laisse le solvant s'évaporer entièrement à froid, on obtient des aiguilles qui fondent en une seule fois entre 185° et 195°. De plus l'anthestérol β se modifie également sous l'influence du temps. Un échantillon préparé en décembre 1906 n'a plus maintenant le point de fusion double, mais fond définitivement entre 152° et 157°. Les deux anthestérols α et β se changent ainsi tous deux en une même forme stable.

Anthestérol δ. — On peut donner ce nom à l'anthestérol fondant à 150°-160°,

produit ultime de la transformation de α et de β. Si on le fait cristalliser dans l'alcool, il se change de nouveau en anthestérol β, avec le double point de fusion. Le pouvoir rotatoire dans le xylène a été trouvé égal à $+44^\circ,7$ (dilution 2,3 pour 100).

En résumé on ne se trouve pas ici en présence d'isomères stéréochimiques, puisque les pouvoirs rotatoires sont toujours de même sens; certaines des modifications observées pourraient être rapportées peut-être à des phénomènes de polymorphisme. Quoi qu'il en soit, l'existence de plusieurs modifications différentes semble être un fait assez fréquent, soit chez certains dérivés de la cholestérine elle-même, soit chez les alcools cholestériques tirés du règne végétal, les *phystostérols* [1].

MINÉRALOGIE. — *Sur une syénite néphélinique à sodalite du Transvaal.* Note [2] de M. **H.-A. Brouwer**, présentée par M. A. Lacroix.

Dans la collection de roches du Transvaal, récoltées par M. Molengraaff, que celui-ci a bien voulu mettre à ma disposition, se trouvent des échantillons nombreux de la série plutonienne du Boschveld [3], des granites rouges, des syénites néphéliniques et des roches basiques: des norites, des gabbros et des pyroxénites.

Près de Leeuwfontein (320), au nord-est de Prétoria, abonde une monzonite leucocrate, le *Hatherlite*, de M. Henderson (*On certain Transvaal norites, gabbros and pyroxenites and other South African rocks*, London, 1898), d'une couleur rougeâtre très pauvre en éléments colorés avec des feldspaths aplatis et zonés, dans lesquels s'orientent à axes parallèles, autour d'un labrador basique, l'orthose ou l'anorthose, et dont l'amphibole brune est presque tout à fait transformée en épidote, chlorite et calcite.

Il existe des variétés pegmatoïdes, dont les éléments atteignent plusieurs centimètres de dimensions, qui sont formés presque seulement par des micropertites rouges.

Ces monzonites sont accompagnées de différents types de syénites néphéliniques, montrant surtout près de la propriété Zeekoegat (287) une

(1) Tous les points de fusion ont été pris au bloc et avec *le même* thermomètre Baudin.

(2) Présentée dans la séance du 3 mai 1909.

(3) G.-A.-F. Molengraaff, *Geology of the Transvaal* [translated from the French (*Bull. Soc. géol. de France*, 1901), by J.-H. Ronaldson, Edinburgh and Johannesburg, 1904].

grande variation de types minéralogiques, chimiques et structuraux, mais dont l'ensemble possède comme particularité commune les feldspaths aplatis suivant (010), la grande prédominance de la soude à la potasse et la pauvreté en chaux et magnésie, d'où résulte la présence unique de pyroxènes et amphiboles sodiques. Ce sont des foyaïtes et microfoyaïtes à ægyrine, pauvres en arfvedsonite.

Je ne m'occuperai dans cette Note que d'une belle foyaïte à ægyrine tachetée blanc, rouge et bleu, à gros grains égaux ($\pm 0^{cm},50$), riche en sodalite et pauvre en éléments colorés, qui doit son cachet spécial à ce que des cristaux blancs feldspathiques, très aplatis suivant (010), de la néphéline d'un rouge brunâtre et de la sodalite d'un bleu grisâtre y existent à peu près en égale quantité.

Le feldspath dominant est un microcline, toujours maclé suivant la loi de Carlsbad, rangé en micropertite avec de l'albite ou maclé de telle sorte que les deux individus se pénètrent irrégulièrement.

La néphéline forme de grands cristaux limpides, très pauvres en inclusions, moulant les feldspaths et la sodalite ou tendant à une forme automorphe; elle se trouve aussi englobée dans les feldspaths et est d'ordinaire très fraîche; l'altération se produit en mésotype, commençant aux contours des cristaux et suivant les fissures.

Les cristaux de sodalite sont automorphes et caractérisés par l'inclusion de petites aiguilles d'ægyrine, en zones parallèles aux contours du cristal, qui déterminent la couleur macroscopique. Des zones très riches en inclusions alternent avec des zones qui en sont très pauvres ; dans une zone spéciale, les aiguilles sont rangées sans aucune régularité. Les clivages sont nets suivant (110); les cristaux, peu transformés en mésotype, formant des plages palmées.

Le seul élément coloré est de l'ægyrine homœogène, très pléochroïque d'un vert foncé à jaune verdâtre, formant des prismes très allongés suivant c, tantôt automorphes, tantôt moulant les éléments incolores, qu'elle englobe aussi accompagnés d'un peu de fluorine violette.

Il faut citer en outre peu de sphène et de biotite brune en petites paillettes très pléochroïques, puis la fluorine qui se trouve dans quelques échantillons plus abondante seule, ou avec de l'analcime et de la calcite comme remplissage des derniers intervalles, très probables des produits d'émanations et cristallisés immédiatement après la consolidation de la roche.

La structure est essentiellement foyaïtique à cause des feldspaths très aplatis, il se rencontre dans le type normal des parties, présentant une structure schisteuse et à grains plus fins.

La sodalite est le premier produit de consolidation; au contact avec les feldspaths elle contient son automorphisme; au contact avec la néphéline, on voit souvent les lignes de séparation montrer un accroissement simultané. La formation de l'ægyrine commence avec la cristallisation de la sodalite, puis sa cristallisation s'est effectuée simultanément avec les feldspaths et la néphéline dans lesquels on la trouve englobée, non pas en petites microlites, mais aussi en cristaux automorphes qui manquent à la sodalite. En outre, on voit de grands cristaux englober les éléments incolores souvent automorphes. Cette cristallisation tardive des pyroxènes et amphiboles, fort connue dans les magmas sodiques, se retrouve dans beaucoup de microsyénites néphéliniques de cette même région, où ils ont l'apparence de phénocristaux, souvent réduits à de véritables squelettes en englobant pœcilitiquement les éléments blancs de la pâte.

L'analyse suivante (I), faite par M. Pisani, montre la pauvreté en chaux, fer et magnésie et la richesse en alcalis avec grande prédominance de la soude. Comme comparaison, je donne en outre l'analyse de la syénite néphélinique à sodalite de Kangerdluarsuk au Groenland (II, dans Rosenbusch, *Elemente*, 1901, p. 129) et celle de la tawite de Tavajokthal dans la presqu'île de Kola (III, pour W. Ramsay).

	SiO^2.	TiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	H^2O.	Cl.	MnO.	ZrO^2.	Total.
I.....	48,35	0,45	23,10	2,48	1,89	0,89	2,51	13,20	3,58	2,91 (1)	1,49			100,85
II....	49,46		23,53	3,04	1,02	0,03	0,80	14,71	4,34	1,38	2,25	0,17	0,54	101,27
III...	47,29		15,46	12,00	2,35	1,32	1,61	14,74	1,23	1,85				97,85
IV (2).	0,806	0,006	0,226	0,016	0,026	0,022	0,045	0,215	0,038		0,042			

L'examen microscopique a montré que la magnétite et l'ilménite ne s'observent pas dans la roche, de sorte que réellement tout le Fe^2O^3 se trouve comme acmite et le TiO^2 comme sphène.

On voit comment la roche du Groenland est voisine de la nôtre, elles ont les mêmes particularités minéralogiques; I plus riche en CaO et TiO^2 contient du sphène, tandis que le ZrO^2 dans II fait naître l'eudialyte. Dans la classification chimico-minéralogique quantitative elles prennent la même place (Lujaurose, II, 7, 1, 4), comme équivalent à la première classe se trouve la foyaïte de Brathagen, roche plus riche en albite, plus pauvre en feldspathoïdes. En faisant varier l'ordre à la deuxième classe, nous trouvons la natronsussexite de la presqu'île de Kola (II, 8, 1, 5) (3), plus riche en feldspathoïdes (néphéline seule, 60 pour 100) et ægyrine (17 pour 100),

(1) Perte au feu.

(2) Proportions moléculaires dans I.

(3) Notons que la proportion $\frac{K^2O}{Na^2O} = 0,18$ éloigne notre roche très peu du cinquième subrang.

plus pauvre en feldspaths (15 pour 100) et puis un type extrême, l'urtite de Lujaur-Urt (II, 9, 1, 4), composée d'à peu près $\frac{5}{6}$ de néphéline et $\frac{1}{6}$ d'ægyrine. L'augmentation en Al^2O^3, Na^2O et Fe^2O^3 et la diminution en silice font naître les feldspathoïdes et l'ægyrine et disparaître les feldspaths.

Quant à la tawite, dont notre roche présente une forme leucocrate, elle est surtout caractérisée par sa pauvreté en alumine et sa richesse en Fe^2O^3; il en résulte la diminution des minéraux blancs, celle des feldspaths par rapport aux feldspathoïdes (sodalite) et l'abondance de l'ægyrine (III, 8, 1, 5).

MÉCANIQUE AGRICOLE. — *Énergie nécessaire au pétrissage mécanique.* Note de M. **Ringelmann**, présentée par M. A. Müntz.

Le Syndicat de la Boulangerie de Paris a entrepris des essais comparatifs qui ont porté sur quatorze pétrins mécaniques (8 machines françaises, 3 suisses, 2 allemandes et 1 hollandaise).

Les quantités travaillées étaient, pour chaque pétrissée :

	kg
Farine	110,000
Levure	1,100
Sel	1,650
Eau	60,000
Total	172,750 de pâte ferme

Pour chaque machine, les deux premières pétrissées ont été effectuées au fournil du quai d'Anjou, et la troisième pétrissée a été faite à la Station d'Essais de Machines, en intercalant un de nos dynamomètres entre le pétrin et le moteur. Les pains ont été cuits dans le même four, avec les mêmes précautions; une commission de boulangers estimait la pâte, les conditions du travail, la qualité du pain, etc.

Le travail mécanique nécessaire à un pétrin quelconque part d'un minimum, au début de l'opération, augmente plus ou moins rapidement suivant les systèmes, pour atteindre un maximum après lequel il reste stationnaire ou diminue légèrement jusqu'à la fin de la pétrissée.

Dans ce que nous pouvons appeler la première période du travail, de petites masses de farine mouillée roulent dans de la farine encore sèche; ces masses augmentent peu à peu, en nombre et en grandeur, en se soudant les unes aux autres; lorsque toute la masse est *prise*, le travail mécanique exigé devient maximum et la seconde période

commence; cette période semble surtout consacrée au malaxage, à l'allongement et au soufflage de la pâte.

La pâte produite aux essais été estimée plus ou moins belle suivant les machines; mais, par contre, la commission n'a pas pu établir de différences relativement à la qualité du pain, et sa conclusion a été que les quatorze pétrins essayés donnaient tous du beau et bon pain.

Sous ce rapport, le classement des machines s'effectuerait uniquement d'après la dépense d'énergie nécessitée par l'opération, alors que d'autres considérations doivent intervenir, telles que la commodité du travail, la facilité pour sortir la pâte de la cuve, la facilité de nettoyer les organes pétrisseurs, le bruit occasionné par la machine, les risques d'accidents qui augmentent lorsque les organes pétrisseurs doivent être raclés au coupe-pâte pendant leur mouvement, la facilité de faire les levains, la construction, l'encombrement, le prix du pétrin, etc.

Le travail au pétrin mécanique doit s'effectuer en deux fois, séparées par un temps d'arrêt laissant la pâte se reposer dans la cuve. La durée utile (non compris ce temps d'arrêt) pour obtenir une très bonne pâte a varié, suivant la forme, les dimensions et la vitesse des organes pétrisseurs, de 6 minutes à 15 minutes 30 secondes.

Les chiffres extrêmes constatés à nos essais ont été :

Travail mécanique total nécessaire....	19476^{kgm} à 185380^{kgm}
Puissance maximum.................	0,41 à 5 chevaux

Les mécanismes les plus compliqués ont nécessité le plus d'énergie sans aucun profit pour la qualité de la pâte obtenue.

Le travail mécanique dépensé lorsque les organes fonctionnent à vide a varié de 1,75 à 32,42 kilogrammètres par seconde; connaissant ce travail et la durée de l'opération, on peut, par différence, avoir le travail mécanique utile employé pour la confection de $172^{kg},75$ de pâte ferme. Suivant les machines, ce travail utile a varié de 16664 à 175983 kilogrammètres.

Comme le rendement en pain (quantité et qualité) a été le même pour les quatorze pétrins essayés, on peut dire qu'il suffit de 17000 kilogrammètres utiles ou, en totalité, de 20000 kilogrammètres pour préparer $172^{kg},75$ de pâte ferme, soit, par kilogramme de pâte, 98,4 et 115,7 kilogrammètres.

Les pétrins considérés par la Commission comme excellents sous tous les rapports exigent de 44000 à 58000 kilogrammètres pour préparer $172^{kg},75$ de pâte ferme.

En comparant la longueur des trajectoires décrites par les organes pétrisseurs avec les notes données à la qualité de la pâte, on voit que, pour les pétrins considérés à ce point de vue comme les meilleurs, la trajectoire utile est comprise entre 300^m et 600^m.

Il est évident qu'une longueur seule n'est pas à considérer pour ce qui concerne le frasage, l'allongement et le soufflage de la pâte; d'autres conditions interviennent, telles que l'aire d'action des organes, leur forme géométrique, leurs dimensions, leur vitesse, le déplacement relatif de la pâte, c'est-à-dire de la cuve, etc. Il y aurait, sous ce rapport, à entreprendre un certain nombre de recherches scientifiques que nous ne pouvons qu'indiquer dans cette Note.

Le moment qui correspond à la plus grande résistance opposée par la pâte coïncide avec la *prise* de la totalité du gluten en masse élastique, c'est-à-dire avec son hydratation complète; ce moment est en relation avec la forme des organes pétrisseurs et leur nombre de tours ou de courses; les machines ayant fourni la pâte considérée comme la meilleure nécessitaient, pour la prise, de 5 à 6 minutes et de 140 à 160 courses des organes pétrisseurs.

Enfin, lorsque les pétrins sont actionnés par des moteurs électriques, comme à Paris, avec le courant payé $0^{fr},03$ l'hectowatt-heure, les frais d'énergie pour les machines considérées comme excellentes peuvent varier, par pétrissée, de $0^{fr},06$ à $0^{fr},08$, c'est-à-dire que le pétrin mécanique effectue l'ouvrage à un prix bien plus faible que l'opération manuelle, tout en donnant complète satisfaction au point de vue de l'hygiène publique.

EMBRYOLOGIE. — *Observation d'œufs de Lapin à deux germes, contenus dans une enveloppe commune d'albumine sécrétée par l'oviducte.* Note de MM. Cl. Regaud et G. Dubreuil, présentée par M. Henneguy.

Nous avons eu l'occasion récemment, à propos de recherches sur la physiologie de l'ovaire et de l'utérus, d'examiner plusieurs centaines d'œufs extraits de l'utérus (avant leur fixation) ou de l'oviducte de Lapines. Sur ce nombre, nous en avons rencontré deux qui présentaient une anomalie intéressante, non encore signalée chez les Mammifères, à notre connaissance du moins [1] : ces deux œufs se composaient chacun de deux germes enveloppés dans une couche commune d'albumine.

(1) Ce renseignement nous a été fourni par M. E. Rabaud, dont chacun connaît la compétence en tératologie, et que nous remercions de son obligeance.

Le premier de ces œufs anormaux provenait d'une Lapine adulte, normale et d'histoire inconnue; dans les oviductes de cette Lapine, nous trouvâmes plusieurs œufs à l'état de morulas à cellules nombreuses et petites; l'un de ces œufs était anormal. Il contenait deux ovules non segmentés et dégénérés, ainsi qu'en témoignaient de nombreuses enclaves graisseuses que la fixation par les vapeurs osmiques colora en noir [1]. Chacun des germes était enveloppé pour son propre compte par une couche épaisse d'albumine; en outre ils étaient, dans leur ensemble, revêtus par une seconde et commune couche d'albumine également fort épaisse.

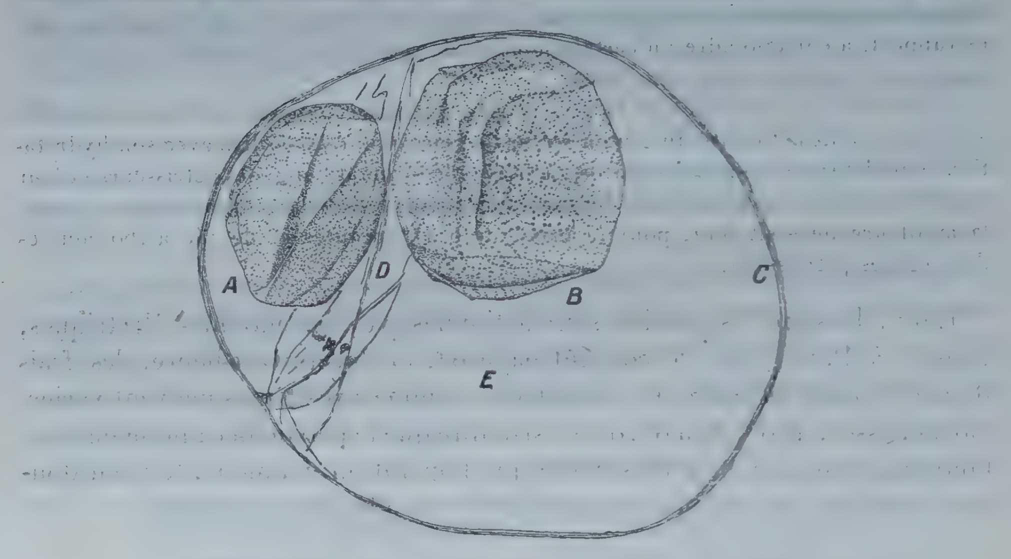


Fig. 1. — Œuf de Lapin à deux germes, dans une enveloppe d'albumine commune.

A, B, les deux germes; C, enveloppe d'albumine commune; D, cloison d'albumine interposée entre les germes. — A l'état frais, les germes remplissaient complètement leur loge albumineuse; l'espace E n'existait pas. La rétraction des germes et le plissement de leur surface sont des altérations consécutives à la fixation et imputables à l'inclusion dans la glycérine (quoique celle-ci ait été ajoutée à la préparation par petites fractions). Les granulations noires représentent les enclaves lipoïdes brunies par les vapeurs osmiques.

Le second de ces œufs anormaux (voir la figure) est plus intéressant, parce qu'il était vivant. Il a été trouvé dans l'utérus d'une Lapine, en compagnie de trois autres œufs normaux, mesurant environ 1^{mm} de diamètre et déjà pourvus d'une grande cavité de segmentation. Dans l'un des oviductes, on trouva trois autres œufs dégénérés et sans cavité. La Lapine avait subi, un mois auparavant, une laparotomie exploratrice et avait été ensuite mise en cohabitation avec un mâle; l'accouplement remontait donc à une époque indéterminée. L'œuf anormal contenait deux germes développés à l'état de vésicules de taille inégale, occupant chacun une loge distincte, et étroitement acco-

(1) Dans les œufs normaux en cours de segmentation, les enclaves graisseuses des blastomères sont colorées en bistre clair par les vapeurs osmiques.

lés à la paroi d'albumine: les deux germes paraissaient normaux et possédaient chacun un disque embryonnaire; entre eux il existait une cloison d'albumine complète.

On ne peut formuler que des hypothèses au sujet de la cause de cette anomalie. L'explication qui vient la première à l'esprit consiste à rattacher cette disposition aux follicules renfermant deux ovules, qu'on rencontre assez communément chez le Lapin : les deux ovules d'un tel follicule, très voisins et peut-être même rattachés par un épithélium ovulaire partiellement commun, étant expulsés ensemble, descendraient côte à côte dans l'oviducte et seraient entourés par une enveloppe commune d'albumine sécrétée par l'épithélium de ce conduit. Mais cette explication est insuffisante et même difficile à admettre, puisque non seulement nos œufs monstrueux étaient contenus dans une enveloppe commune d'albumine, mais encore, à l'intérieur de celle-ci, entourés par une enveloppe albumineuse propre à chacun d'eux. On doit donc admettre que chacun des germes a commencé par cheminer isolément dans l'oviducte; puis que, après y avoir été enveloppé individuellement d'albumine, il n'a été réuni que secondairement à son congénère par une nouvelle couche d'albumine englobant les deux autres.

On peut présumer que le développement ultérieur de tels germes doubles est possible, et que des monstruosités peuvent en résulter. Mais ce sont là des hypothèses dans la discussion desquelles nous ne pouvons entrer.

MÉDECINE. — *Sur un remède populaire du cancer.*
Note de M. **Robert Odier**. (Extrait.)

J'ai trouvé, sur les pépins des fruits du *Sambucus racemosa*, un *Saccharomyces* particulier se rapprochant du *Saccharomyces Pastorianus* et faisant fermenter les hexoses, le maltose et le saccharose. Les fruits du *Sambucus racemosa* seraient employés par certains empiriques à préparer un sirop et des décoctions contre le cancer.

MÉDECINE. — *Régularisation des excrétions par la d'Arsonvalisation.* Note de M. **Foveau de Courmelles**, présentée par M. d'Arsonval.

Depuis 1895, j'ai fait analyser les urines de malades divers, arthritiques, obèses, artérioscléreux, placés dans le solénoïde de haute fréquence. Ces

analyses ont été faites au commencement et à la fin du traitement, ou après quelque temps. En dehors de l'augmentation constante de l'urée, nous avons vu l'élimination augmentée de l'acide urique et des chlorures, et la diminution des phosphates, le tout allant vers la normale.

Voici, entre autres, l'exemple d'une malade artérioscléreuse, obèse et fibromateuse de 40 ans, ressemblant aux autres, sauf les cas de rares nerveux à variations irrégulières :

	Acide urique.	Chlorures.	Phosphates.
Normale pour 24 heures.....	0,550	7	2,1
25 janvier 1905...........	0,187	1,800	2,791
28 février..................	0,336	3,634	2,447
29 mars.....................	0,390	4,438	2,277
2 mai........................	0,400	5,099	2,190
27 juin.......................	0,459	5,948	2,097

Dans une autre observation, l'analyse faite après chaque séance montrait les mêmes phénomènes.

MÉDECINE. — *Flux hémorroïdaires déplétifs dans l'hypertension artérielle.* Note de M. E. **Doumer**, présentée par M. d'Arsonval.

On rencontre assez souvent des cas de flux hémorroïdaire qui, ou bien sont réfractaires à la méthode de traitement par les applications intrarectales de courants de haute fréquente et de haute tension que j'ai fait connaître en 1900, ou bien même sont augmentés par elle.

J'ai constaté que dans la plupart de ces cas le flux était symptomatique d'une tension artérielle exagérée et semblait jouer le rôle de phénomène déplétif. De tels flux suivent d'assez près les variations de la tension artérielle, et il est sage de s'abstenir de toute intervention directe dirigée contre eux. On conçoit dès lors pourquoi et comment le traitement intrarectale par les courants de haute fréquence et de haute tension, dont les propriétés hypertensives sont bien connues, peut, dans certains cas, les exagérer.

Il était facile de prévoir que, au contraire, la médication hypotensive de M. Moutier pourrait les atténuer et même les faire disparaître. C'est en effet ce que l'expérience démontre.

J'ai pu réunir pendant ces trois dernières années, sept cas de ce genre où les résultats du traitement par la cage, toujours positifs, parfois très brillants,

viennent donner une très nette démonstration clinique de l'action hypotensive de la d'Arsonvalisation.

Observation I. — Homme de 38 ans, hémorroïdaire depuis l'âge de 18 ans. Bourrelets internes procédant à chaque selle et donnant lieu constamment à un suintement sanguin léger et deux ou trois fois par an à des flux assez abondants. Soigné avec insuccès à trois reprises différentes à l'aide des courants de haute fréquence et de haute tension, en 1898, en 1900 et en 1903. En 1906 je le revois pour la quatrième fois; il présentait alors une *tension de* 32 et avait un *flux considérable*. Je tente pour la première fois la d'Arsonvalisation avec champs de 0,212 à 0,225 U. M. P. en séances de 10 minutes. *Dès le soir même de la première séance le flux s'arrête, la tension était abaissée à* 25 P. L'écoulement ne reprend que le lendemain; il est très diminué. Je fis encore trois autres séances; le malade se trouvant suffisamment bien cessa le traitement; *la tension n'était plus que de* 21 P *et l'écoulement sanguin très faible.*

Observation II. — Homme de 49 ans, sujet à des poussées d'hémorroïdes fluentes qui surviennent habituellement deux fois par an et durent de 15 jours à 1 mois. Lorsque je le vis en octobre 1906, une seule application intrarectale produisit une grande augmentation de l'écoulement sanguin. La *tension était de* 25 P. Dix séances quotidiennes de d'Arsonvalisation avec champs de 0,240 à 0,280 U. M. P. *tarirent complètement cet écoulement,* mais *il fut très diminué dès la seconde application.* A ce moment la tension était tombée à 18 P.

Observation III. — Femme de 52 ans. Flux hémorroïdaire et fissure moyennement douloureuse. Comme la tension était de 22 P, je fis d'emblée des séances de d'Arsonvalisation avec champ de 0,250 U. M. P. environ. *Dès la première,* 22 avril 1908, *le flux diminue,* mais il reprend son intensité primitive le lendemain et le surlendemain. Le 25 avril, deuxième séance, *le flux diminue et cesse le* 27 *après la troisième séance; la tension était tombée à* 17,5 P.

Observation IV. — Homme de 45 ans. Depuis 3 mois, flux hémorroïdaire intense presque chaque jour à l'occasion des selles. Tension 26 P.

23 juin 1908, première séance avec champ de 0,310 U. M. P.
24 juin 1908, tension 25, même état, deuxième séance.
26 juin 1908, tension 25, même état, troisième séance.
27 juin 1908, tension 20,5, notable diminution du flux, quatrième séance.
28 juin 1908, retour du flux.
29 juin 1908, tension 23, cinquième séance.
30 juin 1908, très grande diminution du flux.
1er juillet 1908, tension 17, flux très diminué, sixième séance.
2 juillet 1908, flux complètement arrêté.
3 juillet 1908, tension 16, septième et dernière séance.

Observation V. — Homme de 53 ans, hémorroïdaire intermittent. Flux en 1901;

traité et guéri par trois applications intrarectales. En 1906, nouvelle poussée; deux applications intrarectales augmentent le flux. Le malade quitte Lille et guérit spontanément au bout de 3 semaines. Fin 1906, nouvelle poussée hémorroïdaire. Tension 27 P. Je propose la d'Arsonvalisation qui est refusée, le malade préfère tenter encore les applications rectales. Immédiatement après la séance augmentation du flux. La tension était montée le lendemain à 28,5 P. On cesse le traitement. Le flux s'atténue petit à petit, grâce sans doute au régime sévère que le malade s'impose, mais ne cesse jamais complètement. En mars 1907 nouvelle poussée. *Tension* 27,5. Cette fois la d'Arsonvalisation est acceptée. *Dès la première séance, le flux est diminué; il cesse complètement après la troisième séance.* La tension était descendue successivement à 25, 18 et 17,5 P.

Observation VI. — Homme de 42 ans. En décembre 1908, poussée hémorroïdaire, tension 26 P. Une séance intrarectale exagère le flux. Huit jours après, le malade accepte la d'Arsonvalisation proposée. *Dès la seconde séance le flux est très diminué et cesse complètement après la cinquième.* La tension était tombée à 18,5 P.

Observation VII. — Homme de 31 ans, hémorroïdaire depuis 9 ans, paquets volumineux, écoulement incessant, malade obligé de se garnir comme une femme. Aspect de sénilité précoce. Tension 24 P.

On fait des séances quotidiennes de d'Arsonvalisation avec champs de 0,290 à 0,315 U. M. P. en janvier 1909.

18 janvier 1909,	tension	24,	première séance.
20	»	»	25, même état, deuxième séance.
21	»	»	23, même état, troisième séance.
22	»	»	21,5, légère diminution, quatrième séance.
22	»	»	19, diminution du flux, cinquième séance.
23	»	»	22, retour du flux, sixième séance.
27	»	»	17, presque plus d'écoulement, septième séance.

On fit encore douze séances en février et trois en mars. La tension se maintint dans les environs de 17,5. Le flux ne put être complètement arrêté, mais il devint à peu près insignifiant.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *La Costiase et son traitement chez les jeunes alevins de truite.* Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Ed. Perrier.

La Costiase est assurément l'un des fléaux les plus à redouter dans l'élevage des jeunes truites, et ses funestes effets se font sentir dès les premières chaleurs du printemps sur les alevins de truite indigène, Truite arc-en-ciel et Saumon de fontaine, c'est-à-dire sur les espèces les plus précieuses au point de vue de la Pisciculture et du repeuplement.

Considérée d'abord comme exceptionnelle, cette affection s'est sans doute répandue avec le développement de l'industrie piscicole, et aujourd'hui elle est beaucoup plus fréquente que bien des pisciculteurs ne le croient, attribuant à des influences atmosphériques ou à des infections alimentaires la mortalité souvent considérable qui se manifeste à un certain moment précoce de l'élevage, alors que sévit la Costiase, ainsi que je l'ai vérifié depuis plusieurs années dans nombre d'établissements piscicoles. J'ai pu ainsi acquérir la conviction que le grand déchet qui se produit si souvent chez les jeunes alevins, même dans les élevages les plus soignés, est dû presque toujours à cette affection.

On sait que l'agent de cette maladie est un Flagellé ectoparasite, le *Costia necatrix*, découvert par Henneguy en 1883, dans l'aquarium du Collège de France, et qui vit fixé en quantité innombrable à la surface de la peau et des branchies des jeunes poissons. Par l'irritation qu'il provoque, et sans doute aussi par les toxines qu'il sécrète, il produit déjà sur la peau un état pathologique assez grave. Mais son action devient à peu près fatalement mortelle lorsque, par une multiplication intense, il finit par recouvrir complètement l'épithélium des branchies. Dans ce cas, outre son action irritative et toxique, il apporte un obstacle mécanique à la respiration, et l'ensemble de ses actions nocives entraîne rapidement la mort avec troubles circulatoires, asphyxiques et cérébraux.

La gravité de cette affection, les pertes considérables qu'elle fait subir aux pisciculteurs montrent tout l'intérêt qui s'attache à l'étude des moyens préservatifs et curatifs.

Les moyens préservatifs sont trop souvent insuffisants, car il est fort probable que la plupart du temps la Costiase se développe dans les élevages aux dépens de kystes apportés avec les œufs mis en incubation. Cependant, on évitera, tout au moins au début, de nourrir les jeunes alevins avec de la nourriture naturelle (vers, daphnies, poissons crus) provenant d'étangs où la maladie a été observée.

Un traitement curatif rapide est, par contre, d'autant plus important à connaître que la maladie prend en quelques jours une grande intensité. Le traitement actuellement classique est celui indiqué par Bruno Hofer dans son *Handbuch der Fischkrankheiten* (Munich, 1904), qui consiste à traiter les alevins par l'eau salée (20g à 25g de sel marin pour 1000) pendant une demi-heure. Au bout de ce temps, la plupart des formes actives du parasite sont effectivement détruites, mais les formes de résistance ne le sont sans doute pas, car, après quelques jours, l'épidémie reprend et plusieurs traitements semblables au premier sont nécessaires.

Lorsqu'il s'agit de traiter de grands bacs d'alevinage, il faut ainsi d'énormes quantités de sel, et le procédé, outre qu'il est assez peu pratique, est relativement onéreux. De plus, sous l'action de cette forte solution saline, il n'est pas rare de voir succomber, au début du premier bain, un

grand nombre d'alevins déjà affaiblis par la maladie et qui auraient pu résister à un traitement moins violent.

Depuis plusieurs années que j'observe cette maladie au Laboratoire de Pisciculture de Grenoble, et sur des sujets envoyés de divers établissements piscicoles, j'ai été conduit à employer un autre traitement plus commode et plus sûr. Il consiste à tenir les sujets malades pendant 15 minutes dans un bain d'eau formolée : $0^g,40$ de la solution officinale du commerce (aldéhyde formique à 40 pour 100) par litre d'eau; soit, en volume, 35^{cm^3} à 40^{cm^3} de la solution officinale du commerce par 100^l d'eau. Le formol sera d'abord dilué dans une assez grande quantité d'eau, et le liquide obtenu rapidement mélangé à l'eau du bac; les alevins sont tenus pendant 15 minutes dans ce bain sans renouvellement d'eau, après quoi ils sont remis à l'eau courante. Dès les premières minutes de l'opération tous les *Costia* sont tués, ainsi que j'ai pu m'en assurer sous le microscope. En prolongeant la durée du bain pendant 15 minutes, les formes de résistance succombent sans doute aussi, car il est rare qu'on ait besoin d'avoir recours à une deuxième opération, surtout si, après le traitement, on a soin d'éviter toute cause nouvelle de contamination par les eaux d'autres bacs suspects. Les alevins supportent très bien ce séjour de 15 minutes dans l'eau formolée à 0,4 pour 1000, qui est pourtant si rapidement funeste à leurs parasites. Ils peuvent même y séjourner beaucoup plus longtemps sans aucune espèce d'inconvénient.

La pratique simple et facile de ce traitement, la constance de ses résultats, son innocuité vis-à-vis des sujets traités et son prix beaucoup moins élevé que celui au sel le rendent, à mon avis, bien préférable à ce dernier et des plus précieux pour les pisciculteurs.

J'ajouterai que ma méthode au formol donne encore d'excellents résultats dans la Gyrodactylose, une maladie grave qui sévit souvent sur les jeunes truitelles dans les grands élevages. Dès le début du bain formolé, tous les Gyrodactyles se détachent et meurent, et le poisson, guéri en quelques minutes, reprend rapidement sa vigueur et son coloris normal.

Ces résultats permettent également d'espérer les meilleurs effets de ce traitement dans d'autres affections cutanées provoquées par les Infusoires tels que les *Chilodons* et les *Ichthyophtirius*.

M. Arbillot adresse un résumé des *Observations météorologiques* qu'il a poursuivies pendant 31 ans à Chalindrey (Haute-Marne).

M. **Stanislas Munsch** adresse une Note sur une *Nouvelle éducation de la voix.*

(Renvoi à l'examen de M. Dastre.)

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 avril 1909.

Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France et imprimés par son ordre; 2ᵉ série, t. XXXIII. Paris, Imprimerie nationale, 1908; 1 vol. in-4°.

Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel; avril 1909. Annexes A et B. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 2 fasc. in-4°.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par A. Angot; année 1906 : II. *Observations;* III. *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1909; 2 vol. in-4°.

Cours de Botanique, par MM. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, et Leclerc du Sablon, à l'usage des élèves des Universités, des Écoles de Médecine et de Pharmacie, et des Écoles d'Agriculture; fasc. V (1ʳᵉ Partie). Paris, Librairie générale de l'Enseignement, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Le diabète sucré, par R. Lépine, Correspondant de l'Institut. Paris, Félix Alcan, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard. Hommage de l'auteur.)

Carte de l'Imérina Sud, par les PP. Roblet et Colin, Missionnaires à Madagascar; publiée avec l'approbation de l'Académie des Sciences sur le fonds Bonaparte, 1908. Paris, imprimerie Monrocq; 2 feuilles in-plano. (Présenté par M. Grandidier. Hommage des auteurs.)

L'Homme préhistorique, Revue mensuelle illustrée d'Archéologie et d'Anthropologie préhistorique, par MM. le Dʳ Chervin et A. Mortillet; 7ᵉ année, n° 1, 1ᵉʳ janvier 1909. Paris, Schleicher frères, 1909; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. E. Perrier. Hommage des auteurs.)

La synthèse des pierres précieuses, par Jacques Boyer. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 fasc. in-8°.

Annales d'Hygiène et de Médecine coloniales; t. XII, n° 1, janvier-mars 1909. Paris, Imprimerie nationale, 1909; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société mathématique de France; t. XXXVII, fasc. 1. Paris, 1909; 1 fasc. in-8°.

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1907. Résumé par R. Gautier et H. Duaime. Genève, 1908; 1 fasc. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1907 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard,* par R. Gautier. Genève, 1908; 1 fasc. in-8°.

The water powers of Wisconsin, by Leonard S. Smith. (*Wisconsin geological and natural History Survey;* Bull. n° XX. Economics series n° 13.) Madison, Wis., 1909; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 avril 1909.

Traité de Physique, par O.-D. Chwolson, Ouvrage traduit sur les éditions russe et allemande, par E. Davaux. Édition revue et considérablement augmentée par l'auteur, suivie de *Notes sur la Physique théorique,* par E. Cosserat et F. Cosserat. Tome II, 4e fasc.: *Réfraction, double réfraction et polarisation de la lumière;* avec 182 figures dans le texte. Paris, A. Hermann, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Études sur la fronde des Zygoptéridées, par Paul Bertrand; texte et atlas. Lille, L. Danel, 1909; 1 vol. in-8° et 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Zeiller.)

Carnegie Institution of Washington. Mount Wilson solar Observatory, Pasadona, California. *Astrophysical photographs;* série B : *Solar phenomena,* by George-E. Hale and Ferdinand Ellerman. 4 épreuves photographiques in-f°. (Offertes par M. George-E. Hale, Correspondant de l'Institut.)

Cavernes de Tarascon-sur-Ariège, par E.-A. Martel, avec 26 figures. (*Spelunca : Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie;* n° 54, décembre 1908.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Das Weltbild von Darwin und Lamarck, Festrede von Ernst Haeckel. Leipzig, Alfred Kröner, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Centenario de Darwin, 12 *de febrero* 1909; alocucion por el doctor G. Delgado Palacios, Presidente de la Academia de Medicina. Caracas, 1909; 1 fasc. in-8°.

Communications from the physical Laboratory at the University of Leiden, by Prof. Dr H. Kamerlingh Onnes; n° 34 : *On thermal coefficients of aneroïds of Naudet,* by Dr L.-H. Siertsema. Leide, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Sketch of the mineral resources of India, by T.-H. Holland, director Geological Survey of India. Calcutta, 1908; 1 fasc. in-4°.

Sveriges geologiska Undersökning. Aarsbok, II, 1908. Stockholm, 1908-1909; 1 vol. in-8°.

Iowa geological Survey; t. XVIII : *Annual Report,* 1907, *with accompanying papers.* Des Moines, 1908; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 MAI 1909.

Revue de Géographie, annuelle, publiée sous la direction de M. CH. VÉLAIN; t. II, année 1908. Paris, Ch. Delagrave; 1 vol in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Adaptations culturales et variations des Solanées tubérifères, par L. (Extr. du *Bull. des séances de la Société nationale d'Agriculture de France,* numéros de février et décembre 1908.) Paris, Libraire agricole de la Maison rustique, 1909; 1 fasc. in-8°.

Statistique sanitaire de la France; 1re Partie : *Villes de* 5000 *habitants et au-dessus,* année 1907, 22e année. Publiée par le Ministère de l'Intérieur; 1908.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. DARBOUX, E. PICARD et J. TANNERY; 2e Partie, t. XXXIII, janvier 1909. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées, 70e année, 8e série, t. XXXVII, vol. 1, janvier-février 1909. Partie technique et partie administrative. Paris, A. Dumas; 2 fasc. in-8°.

Mémoire présenté à l'Académie des Sciences pour obtenir que soit rapportée la résolution de 1775 *interdisant l'examen de la quadrature du cercle,* par le Lieutenant-Colonel MONTEIL. Paris, R. Chapelot, 1909; 1 fasc. in-4°.

Solution du théorème de Fermat, par le Lieutenant-Colonel MONTEIL. (Extr. de $\pi = \sqrt{3} + \sqrt{2} = 3,1416264\ldots$; *quadrature du cercle; quadrature de la sphère.*) Paris, R. Chapelot; 1 feuille in-4°.

Analyse de l'équation $z^n = x^n + y^n$, *avec une solution du grand théorème de Fermat et quelques propositions à démontrer,* par R. NIEWIADOMSKI. Varsovie, J. Sikorski, 1909; 1 fasc. in-4°.

The star list of the American Ephemeris, for the year 1909. Washington, 1909; 1 vol. in-4°.

Annual Report of the Director Kodaikanal and Madras Observatories, for 1908. Madras, 1909; 1 fasc. in-4°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indie, negen en twintigste jaargang, 1907. Deel I : *Dagelijksche regenval.* Deel II : *Uitkomsten.* Batavia, 1908; 2 vol. in-4°.

Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures and condition of the Institution for the year ending june 30, 1907. Washington, 1908; 1 vol. in-8°.

Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino; serie seconda, tomo LVIII. Turin, Carlo Clausen, 1908; 1 vol. in-4°.

Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei; t. XXV. Rome, 1907; 1 vol. in-4°.

Atti della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei; anno LXI (1907-1908), sess. Ia-VIIa. Rome, 1908; 5 fasc. in-4°.

Societa Reale di Napoli. Atti della Reale Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti; t. XXV, 1908. Naples, 1908; 1 vol. in-4°.

Societa Reale di Napoli. Rendiconti della tornate e dei lavori dell' Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti; nuova serie, anno XXI : *Appendice* al vol. XXI. Naples, 1908; 1 fasc. in-8°.

American Journal of Mathematics, published under the auspices of the Johns Hopkins University; t. XXX, numbers 3, 4; t. XXXI, number 1. Baltimore; 3 fasc. in-4°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College; t. XXXVII: *Reports on the scientific results of the Expedition to the Eastern tropical Pacific, in charge of Alexander Agassiz,* by the U. S. Fish Commission steamer *Albatros* from october 1904, to march 1905, Lieut. Commander L.-M. Carret, U. S. N. Commanding. XVI: *The Medusæ,* by Henry-B. Bigelow, witt forty-eight plates. Cambridge, E. U., 1909; 1 vol. in-4°.

Magnetical, meteorological and seismological Observations made at the Government Observatories Bombay and Alibag, in the years 1902 to 1905, under the direction of N.-A.-F. Moos; with an Appendix. Bombay, 1908; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 26 avril 1909.)

Note de MM. *Dhéré* et *Maurice,* Influence de l'âge sur la quantité et la répartition chimique du phosphore contenu dans les nerfs :

Page 1125, ligne 3, en remontant, *au lieu de* diminuent, *lisez* varient inversement.

(Séance du 26 avril 1909.)

Note de Mme *Valérie Dienes,* Sur les points critiques logarithmiques :

Page 1087, ligne 3, en remontant, *au lieu de* x, *lisez* x_0.
Page 1088, formule (2) au dénominateur du premier membre, *au lieu de* ρ^a, *lisez* e^a.
Page 1090, dernière formule de la Note, *au lieu de* ρ^a, *lisez* e^a.